



PROJETO DE MOLDE PARA PEÇA AUTOMÓVEL INJETADA COM DOIS MATERIAIS POLIMÉRICOS DISTINTOS

LUÍS MIGUEL DE AZEVEDO FERREIRA DA SILVA

setembro de 2017

PROJETO DE MOLDE PARA PEÇA AUTOMÓVEL INJETADA COM DOIS MATERIAIS POLIMÉRICOS DISTINTOS

Luís Miguel de Azevedo Ferreira da Silva

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Engenharia Mecânica – Materiais e Tecnologias de Fabrico

PROJETO DE MOLDE PARA PEÇA AUTOMÓVEL INJETADA COM DOIS MATERIAIS POLIMÉRICOS DISTINTOS

Luís Miguel de Azevedo Ferreira da Silva
Nº 1150229

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2017

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Engenharia Mecânica – Materiais e Tecnologias de Fabrico

JÚRI

Presidente

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Maria de Fátima de Almeida Ferreira
Professor Adjunto Convidado, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto
Politécnico do Porto

“My job is not be easy on people. My job is to make them better”

(Steve Jobs)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Eng.º Francisco Silva, um muito obrigado especial pela sua disponibilidade, dedicação, paciência, profissionalismo e acompanhamento ao longo de todo este percurso.

Aos meus sogros, pais, irmãos e cunhada Prof. Renata Oliveira, um muito obrigado por todo o apoio prestado. À minha esposa Doutora Mariana Oliveira e ao meu filho Gonçalo Silva, com apenas três anos de idade, para eles um agradecimento especial, do fundo do coração, pela compreensão, carinho, encorajamento e acima de tudo pela paciência, pois sem estes predicados nada disto seria possível.

À empresa IGM, onde sou projetista, em particular ao meu líder, o Diretor Técnico, Carlos Dias, por me facilitar a vida nesta fase, ajudando com tudo o que lhe foi possível. Ao restante departamento técnico, um muito obrigado.

PALAVRAS CHAVE

Moldes para injeção de dois materiais distintos, Bi-matéria ou Bi-injeção, Moldes rotativos, Polipropileno (PP), Elastômero Termoplástico (TPE) e Etileno-Propileno-Dieno (EPDM). Injeção de plásticos, moldes.

RESUMO

Nos dias de hoje, a Indústria Metalomecânica é uma mais-valia na economia nacional, tomando a dianteira. O Grupo Simoldes, o maior fabricante de moldes, com uma qualidade reconhecida mundialmente, está focando a indústria automobilística.

A unicidade de cada molde é uma característica latente. Mesmo que elaborado por um único projetista, num espaço e tempo distintos, o molde não perderá a sua singularidade, sendo certo que não haverá dois iguais. Desta forma, cada molde a executar apresenta-se como um novo desafio, quer em termos de prazo, especificações e complexidades geométricas, apresentadas pelas peças.

Assim, este trabalho tem como intuito fulcral mostrar a realidade do projeto e fabricação de um molde para injeção bi-matéria, dentro da Indústria Global de Moldes (IGM), empresa que pertence ao Grupo Simoldes. Este espécime de molde, injeta plástico e posteriormente borracha, apresenta uma tecnologia recente no fabrico de peças na indústria automóvel. Desta forma, há várias fases a processar, desde o estudo da peça recebida, onde o projetista poderá sugerir alterações para facilitar tanto o projeto como reduzir custos; estudo da máquina disponível para o molde; execução de um desenho 3D preliminar; elaboração e modelação dos mecanismos necessários e por fim, o desenho final concluído, abarcando todas as especificidades. Posteriormente, seguem-se os ensaios a fim de se obter a peça, o mais perfeita possível, para aprovação do cliente.

Todavia, deve-se referir que se acertam alterações propostas pelo cliente em qualquer fase do molde, o que pode implicar um acréscimo de custos.

A título de conclusão, a fase de projeto exige extremos cuidados na tomada de decisões, atendendo a que todas as alterações derivam em custos, e podem fazer oscilar a satisfação do cliente. De salientar que, no decorrer do projeto analisado, foram adotados os melhores processos de fabrico, verificando-se que o departamento técnico tomou opções excecionais, visando o sucesso do mesmo, e, desta forma, garantindo a qualidade exigida pelo cliente.

KEYWORDS

Molds for dissimilar material injection; co-injection; bi-injection, bi-material; polypropylene (PP); thermoplastic elastomer (TPE); ethylene propylene diene monomer (EPDM). Plastic injection, molds.

ABSTRACT

Nowadays the metalworking industry is one of the main drivers of the national economy, being Grupo Simoldes the largest mold fabricator of the country. The manufacturing quality of the group is present in all products and is well known worldwide, being its main focus the automotive industry.

One of the main characteristics of a mold is its inherent singularity. Independently if created by a single designer, in a certain place and time, no mold will ever be exactly the same. Therefore, each new production of a mold presents a challenge, whether in terms of deadlines, complex geometry or specification of the parts to produce.

Thus, the main objective of this report is to illustrate the reality behind the design and fabrication of a co-injection mold, produced at Indústria Global de Moldes (IGM), company that is owned by Grupo Simoldes. These types of molds inject polymer and elastomer materials simultaneously during one moulding cycle, being a new trend in production of automotive parts. Consequently, in order to design a mold of such a complex nature, there are various different phases that must be achieved, such as: the study/analysis of the part that will be created by the mold, being that in this phase the mold designer may advise the costumer of worthwhile changes to the part design in order to lower future costs; the choice of compatible injection moulding machines to work with the produced mold; the execution of a preliminary 3D drawing concept of the mold; the modeling and elaboration of all the necessary mechanisms that will work with the mold and lastly the creation of a fully detailed 3D design with all necessary specification needed for production. Posteriorly to the production of the mold, several tests need to be made to ensure that the final injected products are within costumer specification.

Nevertheless, at any given time, modifications may be made to initial designs upon costumer request, implying added costs.

As general conclusion, the design phase demands responsible and well thought decisions, as each modification done may imply added costs, giving way to client dissatisfaction. It should be noted that during the elaboration of this project, the technical department made particular decisions regarding the manufacturing processes used, with the objective of guaranteeing the desired success and ensuring overall demanded quality.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Código	Descrição
€	Euro
2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões
ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
CA	Acetato de Celulose
CAC	Controlo de Alterações de Cliente
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CEM	Caderno de Encargos do Molde
CNC	Controlo Numérico Computorizado
DC	Departamento Comercial
DPM	Departamento de Projeto de Molde
DPP	Departamento de Planeamento e Produção
DR	<i>Double Rack</i>
E	Módulo de Young
En	Engel
EPDM	Etileno-Propileno-Dieno
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEM	Ficha de Especificações do Molde
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTM	Ficha Técnica do Molde
HDPE	Polietileno de Alta Densidade
HPS	<i>Hydraulic Production Systems</i>
IGM	Indústria Global de Moldes
KM	Krauss Maffei
LCP	Polímeros de Cristais Líquidos
MFI	Índice de Fluidadez do Material
∅	Diâmetro
PA	Poliamida
PC	Policarbonato
PE	Polietileno
PET	Politereftalato de Etileno
POM	Poliacetato
PP	Polipropileno
PPO	Óxido de Polifenileno
PS	Poliestireno

PSU	Polissulfona
PVC	Policloreto de Vinilo
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
REC	Relatório de Ensaio e Correções
Rm	Tensão Ruptura
SUV	<i>Sport Utility Vehicle</i>
TPE	Elastômero Termoplástico
TPE-A	<i>Thermoplastic Polyamide</i>
TPE-E	<i>Copolyester Compound</i>
TPE-O	<i>Thermoplastic Olefins (co-continues hard/soft blend)</i>
TPE-S	<i>Styrenic SBS, SEBS or SEPS Compound</i>
TPE-U	<i>Thermoplastic Polyurethane</i>
TPE-V	<i>Vulcanized PP/EPDM Compound</i>
UV	Ultravioleta
ρ	Massa volúmica
σ	Tensão
σ_{adm}	Tensão admissível

LISTA DE UNIDADES

%	Porcentagem
"	Polegada
cal	Caloria
cm	Centímetro
cm ² /s	Centímetro quadrado por segundo
daN	decaNewton
g	Grama
g/cm ³	Gramas por centímetro cúbico
g/s	Gramas por segundo
GPa	Giga Pascal
h	Horas
HRC	Dureza <i>Rockwell C</i>
HV	Dureza <i>Vickers</i>
in	Polegada
J	Joule
k	Kelvin
kcal	Quilocalorias
kcal/Kg°C	Quilocaloria por quilograma grau Celcius
kcal/s	Quilocaloria por segundo
Kg	Quilograma

kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
kg/s	Quilograma por segundo
kN	QuiloNewton
m	Metro
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
MPa	MegaPascal
N	Newton
N/mm	Newton por milímetro
°	Grau
°C	Grau Celsius
Pa	Pascal
s	Segundo
T	Tonelada
W	Watt

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Termo	Descrição
Alimentadores	Canais que distribuem o material fundido para a gravação.
Aresta viva	Aresta formada por duas superfícies fazendo um ângulo reto ou próximo de reto.
Compatíveis	Boa adesão entre as fases.
Contra-saída	Ângulo desfavorável da superfície numa zona moldante.
Higroscopicidade	Faculdade de certas substâncias ou materiais de absorver água do ar.
Içamento	Transporte equilibrado do molde ou parte do mesmo
Imiscíveis	Segmentos moleculares dos componentes poliméricos que não se misturam (separação de fases).
Jito	Canal divergente que conduz o material polimérico fundido aos canais de alimentação.
Junta(s)	Conjunto de superfícies em torno da peça que vão marcar a separação entre macho e cavidade.
<i>Manifold</i>	Distribuidor de fluido.
Mestras	Faces executadas nos componente paralelas ao eixo de desmoldagem que permitem o centramento na máquina.
<i>Moldflow</i> ®/reológico	Estudo/simulação do comportamento dos polímeros no processo de injeção através de um <i>software</i> CAE.
Pínula	Ponto criado nos componentes para centramento na maquinação.

Rebarba	Defeito presente na peça injetada devido ao excesso de material plástico nas linhas de união.
Reticulação polimérica	Processo que ocorre quando cadeias poliméricas lineares ou ramificadas são interligadas por ligações covalentes.
Vazios	Inclusão de ar no interior do material fundido.
Vulcanização da borracha	Exemplo de ligação cruzada (processo de reticulação).

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESCOAMENTO DO MATERIAL COM A RESPECTIVA CAMADA CONGELADA (REINERT, 2017)	47
FIGURA 2 - MORFOLOGIA DO TERMOPLÁSTICO VULCANIZADO (DROBNY, 2007)	50
FIGURA 3 - ESTRUTURA DO POLIPROPILENO (SMITH, 1998)	50
FIGURA 4 - MÁQUINA DE INJEÇÃO: A) COMPONENTES PRINCIPAIS; B) DETALHE DA UNIDADE DE INJEÇÃO (MOURA, 2005)	52
FIGURA 5 - CICLO DE INJEÇÃO (MOURA, 2005)	53
FIGURA 6 - SISTEMA DE INJEÇÃO COM DOIS BICOS INJETORES (GRUPO SIMOLDES, 2016)	54
FIGURA 7 - SISTEMA DE INJEÇÃO COM DOIS BICOS INJETORES / REFERENCIAÇÃO / CONSTRUÇÃO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	55
FIGURA 8 - SISTEMA DE INJEÇÃO COM BICOS ABERTOS E RESPETIVAS PEÇAS (PPGF30)	56
FIGURA 9 - SISTEMA DE INJEÇÃO COM SEIS BICOS VALVULADOS, SEIS ELETROVÁLVULAS E RESPETIVAS PEÇAS (EPDM) (SYNVENTIVE, 2017)	57
FIGURA 10 – <i>MOLDFLOW</i> ® DO ENCHIMENTO SEQUENCIAL DE UM PAINEL DE PORTA (ESTUDO FEITO NA IGM, 2016)	57
FIGURA 11 - SEQUÊNCIA DE ENCHIMENTO ENTRE OS DEZ BICOS VALVULADOS DO PAINEL DE PORTA (DT IGM, 2016)	57
FIGURA 12 - LOCALIZAÇÕES DE PRESSÃO NA MOLDAGEM POR INJEÇÃO (GOODSHIP, 2004)	58
FIGURA 13 - CORRELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E O PERFIL DE PRESSÃO NA MOLDAGEM (GOODSHIP, 2004)	59
FIGURA 14 - CURVA DE PRESSÃO DA CAVIDADE DO MOLDE EM RELAÇÃO ÀS PRESSÕES DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO (GOODSHIP, 2004)	60
FIGURA 15 - MOLDE DE DUAS PLACAS - SECÇÃO TRANSVERSAL (CAMPO, 2006)	63
FIGURA 16 - RESULTADO DA PRIMEIRA ABERTURA, DESMOLDAGEM DA CONTRA-SAÍDA (DT IGM, 2016)	63
FIGURA 17 - MOLDE DA IGM COM A PRIMEIRA ABERTURA ATUADA (DT IGM, 2016)	63
FIGURA 18 - MOLDE DE TRÊS PLACAS OU PRÉ-ABERTURA (CAMPO, 2006)	64
FIGURA 19 - MOLDE COM PRÉ-ABERTURA PROJETADO NA IGM (DT IGM, 2016)	64
FIGURA 20 - MOLDE TIPO SANDWICH - A) MOLDE FECHADO; B) ABERTURA DO MOLDE; C) ABERTURA E CORTE DO MOLDE (CENTIMFE, 2003)	65
FIGURA 21 - MOLDE ROTATIVO PARA INJEÇÃO BI-MATÉRIA PROJETADO NA IGM (DT IGM, 2016)	67
FIGURA 22 - DESENHO 2D DE UM MOLDE COMPLETAMENTE ESTRUTURADO E REFERENCIADO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	71
FIGURA 23 - A) E B) CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA DO MOLDE (GRUPO SIMOLDES, 2016)	72
FIGURA 24 - RASGOS PARA DESMONTAGEM (GRUPO SIMOLDES, 2016)	72
FIGURA 25 - A) FIXAÇÃO DO MOLDE POR PARAFUSOS, EM PROJETO; B) FIXAÇÃO DO MOLDE POR PARAFUSOS, EM ENSAIO	74
FIGURA 26 - APOIO DE SUPORTE (GRUPO SIMOLDES, 2016)	75
FIGURA 27 - POSICIONAMENTO DAS GUIAS DE EXTRAÇÃO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	76
FIGURA 28 - EXTRATOR COM POSIÇÃO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	76

FIGURA 29 - SISTEMA DE EXTRAÇÃO POR PLACA DE EXTRAÇÃO IMPULSIONADORA (HARADA, 2004)	77
FIGURA 30 - AVANÇO DA EXTRAÇÃO E CONSEQUENTE REMOÇÃO DA PEÇA (HARADA, 2004)	77
FIGURA 31 - EXTRAÇÃO POR PLACA EXTRATORA (HARADA, 2004)	78
FIGURA 32 - EXTRAÇÃO POR AR COMPRIMIDO (HARADA, 2004)	78
FIGURA 33 - EXTRAÇÃO POR NÚCLEO ROTATIVO (HARADA, 2004)	79
FIGURA 34 - CANAL QUENTE DE ALIMENTAÇÃO (GOODSHIP, 2004)	80
FIGURA 35 - ESQUEMA DO MOLDE COM CANAL QUENTE (DROBNY, 2007)	80
FIGURA 36 - RESISTÊNCIA DE CARTUCHO: A) RESISTÊNCIA; B) DETALHE (CENTIMFE, 2003)	81
FIGURA 37 – RESISTÊNCIAS TUBULARES INCORPORADAS NO MANIFOLD/DISTRIBUIDOR (SYNVENTIVE, 2017)	81
FIGURA 38 - SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO (GINGERY, 1997)	82
FIGURA 39 - DIFERENTES GEOMETRIAS DOS CANAIS DE ALIMENTAÇÃO (DROBNY, 2007)	82
FIGURA 40 - CONSTRUÇÃO DOS CANAIS DE INJEÇÃO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	83
FIGURA 41 - INCLINAÇÕES IDEAIS NA CONSTRUÇÃO DOS CANAIS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	83
FIGURA 42 – DIFERENÇA ENTRE UMA ESPESSURA ERRADA E OUTRA BEM CONCEBIDA NA CONSTRUÇÃO DOS CANAIS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	83
FIGURA 43 - PATELAS DE COMPENSAÇÃO DA DILATAÇÃO DO BICO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	84
FIGURA 44 - ATAQUE DIRETO (GOODSHIP, 2004)	84
FIGURA 45 - ATAQUE EM LÂMINA / LATERAL (GOODSHIP, 2004)	84
FIGURA 46 - ATAQUE SUBMARINO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	84
FIGURA 47 - ATAQUE <i>BAYER</i> (GRUPO SIMOLDES, 2016)	84
FIGURA 48 - CONSTRUÇÃO DE UM ATAQUE <i>BAYER</i> (GRUPO SIMOLDES, 2016)	85
FIGURA 49 - INJEÇÃO <i>BAYER</i> GRAVADA COM DOIS POSTIÇOS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	86
FIGURA 50 - SISTEMA DE CANAL ISOLADO (CAMPO, 2006)	87
FIGURA 51 - CANAL DE FUGAS EM MOLDES PARA TRABALHAR EM MÁQUINAS DE INJEÇÃO < 350 T (GRUPO SIMOLDES, 2016)	88
FIGURA 52 - CANAL DE FUGAS EM MOLDES PARA TRABALHAR EM MÁQUINAS DE INJEÇÃO ≥ 350 T (GRUPO SIMOLDES, 2016)	88
FIGURA 53 - REFRIGERAÇÃO DA PEÇA (GRUPO SIMOLDES, 2016)	91
FIGURA 54 - INJEÇÃO DIRETA À PEÇA (GRUPO SIMOLDES, 2016)	92
FIGURA 55 - GRELHA DO ALTIFALANTE	92
FIGURA 56 - REFRIGERAÇÃO ADEQUADA (EM CIMA) E REFRIGERAÇÃO INADEQUADA (EM BAIXO) (PARK & DANG, 2011)	93
FIGURA 57 - PALHETA DE LÂMINA HELICOIDAL (GRUPO SIMOLDES, 2016)	93
FIGURA 58 - FURO MAL VAZADO	94
FIGURA 59 - FURO CRUZADO	94
FIGURA 60 - FURO EM “MEIA-CANA” NO AÇO	94
FIGURA 61 - FURO EM ZONA SEM AÇO	94
FIGURA 62 - FURO COM DUAS INCLINAÇÕES	95
FIGURA 63 - ZONA NO BUJÃO COM O “FALSE” INCOMPLETO	95
FIGURA 64 - LADO DA CAVIDADE COM GUIA DESLOCADA (CENTIMFE, 2003)	96
FIGURA 65 - LADO DA CAVIDADE COM GUIA DE DIÂMETRO DIFERENTE (CENTIMFE, 2003)	96
FIGURA 66 - GUIA PRINCIPAL NÃO <i>STANDARD</i> (GRUPO SIMOLDES, 2016)	97

FIGURA 67 - GUIA PRISMÁTICA COM CORREDIÇAS	98
FIGURA 68 - MOLDE COM GUIAS PRISMÁTICAS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	99
FIGURA 69 - GUIAMENTO DO MOLDE ATRAVÉS DE GUIAS PRISMÁTICAS COM ROLAMENTOS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	99
FIGURA 70 – DIVERSAS ANILHAS DE CENTRAGEM FABRICADAS NA IGM	100
FIGURA 71 - DIFERENTES TIPOS DE <i>INTERLOCKS</i> - A) RETANGULAR TIPO A; B) RETANGULAR TIPO B; C) CIRCULAR TIPO B; D) CIRCULAR TIPO A (CENTIMFE, 2003)	100
FIGURA 72 - PLACAS DE AJUSTE FINO PARA PROTEÇÃO DA JUNTA (GRUPO SIMOLDES, 2016)	101
FIGURA 73 - FUROS CÔNICOS PARA AUXILIAR O CORRETO POSICIONAMENTO DO MOLDE (GRUPO SIMOLDES PLASTIC DIVISION, 2016)	101
FIGURA 74 - GUIA E CASQUILHO DE EXTRAÇÃO (GRUPO SIMOLDES PLASTIC DIVISION, 2016)	102
FIGURA 75 - POSTIÇOS DE REFRIGERAÇÃO LOCALIZADA DOS BICOS DO SISTEMA DE INJEÇÃO (DT IGM, 2016)	103
FIGURA 76 - POSTIÇOS DE INJEÇÃO (DT IGM, 2016)	103
FIGURA 77 – LEVANTADOR (DT IGM, 2016)	104
FIGURA 78 - LEVANTADOR A ATUAR NUMA ZONA DA PEÇA (DT IGM, 2016)	104
FIGURA 79 - MOVIMENTO MECÂNICO (DT IGM, 2016)	104
FIGURA 80 - MOVIMENTO HIDRÁULICO (DT IGM, 2016)	105
FIGURA 81 - MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO (DT IGM, 2016)	106
FIGURA 82 - MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO COM VEIO DE REFORÇO (DT IGM, 2016)	106
FIGURA 83 - <i>DOUBLE RACK</i> DA CUMSA (DT IGM, 2016), (CUMSA, 2017)	107
FIGURA 84 - MOVIMENTOS SUBMARINOS COM CUNHA E CORREDIÇA	107
FIGURA 85 - MOVIMENTOS COM CAME (DT IGM, 2016)	108
FIGURA 86 - BARRA DE SEGURANÇA E CHAPA DE ALERTA DE UMA SEGUNDA BARRA NO LADO OPOSTO (DT IGM, 2016)	109
FIGURA 87 - BLOCO DE AÇO COM OLHAIS DE TRANSPORTE E MANUSEAMENTO	109
FIGURA 88 - PÉS DO MOLDE	110
FIGURA 89 - DIMENSIONAMENTO DOS CALÇOS (HARADA, 2004)	112
FIGURA 90 - DIAGRAMA DE CONSTANTES M (ROSATO, 2012)	113
FIGURA 91 - PEÇAS REFRIGERADAS EFICIENTEMENTE, COM DIVERSOS CIRCUITOS DIFERENCIADOS POR CORES	116
FIGURA 92 - ESTRUTURA <i>STANDARD</i> (MEUSBURGER, 2017)	117
FIGURA 93 - CONECTORES FIXOS E DE LIGAÇÃO RÁPIDA (STAUBLI, 2017)	118
FIGURA 94 - ACESSÓRIOS <i>STANDARD</i> (DME, 2017)	118
FIGURA 95 - CARRINHO (SANKYO, 2017)	118
FIGURA 96 - CILINDRO HIDRÁULICO (HPS, 2017)	118
FIGURA 97 - SISTEMA NÃO <i>STANDARD</i> (SYNVENTIVE, 2017)	119
FIGURA 98 - BICO <i>STANDARD</i> (SYNVENTIVE, 2017)	119
FIGURA 99 - POSTIÇOS DE INJEÇÃO (I-MOLD, 2017)	119
FIGURA 100 - TORNEIRA (I-MOLD, 2017)	119
FIGURA 101 - <i>MICRO-SWITCHES</i> (BALLUFF, 2017)	120
FIGURA 102 - CAIXAS E FICHAS ELÉTRICAS (HARTING, 2017)	120
FIGURA 103 - PAINEL DE PORTA PROJETADO NA IGM (DT IGM, 2016)	121

FIGURA 104 - DETALHE DA TEXTURA NA ZONA DO PUXADOR DO PAINEL DE PORTA (DT IGM, 2016)	121
FIGURA 105 - AMOSTRA DE TEXTURA DE UMA PEÇA PRODUZIDA NA IGM (DT IGM, 2016)	121
FIGURA 106 - CAVIDADE, ZONAS VISÍVEIS DAS PEÇAS A TEXTURAR (DT IGM, 2016)	122
FIGURA 107 - PLACA TESTEMUNHA DE TEXTURA ENTRE PEÇAS (DT IGM, 2016)	122
FIGURA 108 - DIAGRAMA DE ASHBY (ASHBY, 2011)	124
FIGURA 109 - <i>SOFTWARE</i> A CORRER COM A SIMULAÇÃO DE ENCHIMENTO DA PEÇA (DT IGM, 2016)	126
FIGURA 110 - ENCHIMENTO DA PEÇA FINALIZADO E RESPETIVO TEMPO (3,695 S) (DT IGM, 2016)	126
FIGURA 111 - FORÇA DE FECHO E RESPETIVO TEMPO	126
FIGURA 112 - PRESSÃO DE INJEÇÃO E RESPETIVO TEMPO	126
FIGURA 113 - IGM	129
FIGURA 114 - NÚMERO DE COLABORADORES DO GRUPO SIMOLDES (GRUPO SIMOLDES, 2015)	130
FIGURA 115 - TOOL DIVISION NA EUROPA E AMÉRICA DO SUL (GRUPO SIMOLDES, 2015)	131
FIGURA 116 - PEÇA TRASEIRA, PEÇA DIANTEIRA (IGM0705 DISSERTAÇÃO) E DS7 CROSSBACK – SUV	132
FIGURA 117 - PREVISÃO DE MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO NO INTERIOR DA PEÇA	133
FIGURA 118 - PREVISÃO DE MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO/HIDRÁULICOS NO EXTERIOR DA PEÇA	133
FIGURA 119 - PERNOS FIXOS E MECANISMO PROBLEMÁTICO	134
FIGURA 120 - PRÉ-ESTUDO DA PEÇA NO LADO FIXO	134
FIGURA 121 - GRAVAÇÃO DO ELASTÓMERO (EPDM)	134
FIGURA 122 - POSIÇÃO INICIAL DOS VETORES DE DESMOLDAGEM	135
FIGURA 123 - RASCUNHO COM AS DECISÕES TOMADAS NA REUNIÃO	136
FIGURA 124 - POSIÇÃO FINAL DOS VETORES DE DESMOLDAGEM	136
FIGURA 125 - REDUÇÃO DOS FRISOS	137
FIGURA 126 - DESVIO DO ELASTÓMERO	137
FIGURA 127 - EIXOS DE DESMOLDAGEM NO MOLDE IGM0705 COMPLETO E EM PEÇA ÚNICA	138
FIGURA 128 - CORREÇÃO NO SISTEMA DE GESTÃO GLOBAL (ERP)	139
FIGURA 129 - MOLDE PRELIMINAR	139
FIGURA 130 - PRELIMINAR, LADO FIXO	140
FIGURA 131 - IMPACTO NAS PEÇAS COM AS ALTERAÇÕES DOS VETORES	140
FIGURA 132 - IMPACTO NAS DIMENSÕES DO AÇO COM AS ALTERAÇÕES DOS VETORES	141
FIGURA 133 - CURSO DA EXTRAÇÃO	141
FIGURA 134 - EXTRAÇÃO PRELIMINAR	142
FIGURA 135 - LADO MÓVEL DO MOLDE MONTADO NO PRATO ROTATIVO	142
FIGURA 136 - SIMULAÇÃO DO AVANÇO DOS MECANISMOS	143
FIGURA 137 – POSTIÇOS PRELIMINARES	143
FIGURA 138 - DESMOLDAGEM DE PARTE DA ZONA EXTERIOR DAS PEÇAS	144
FIGURA 139 - DESMOLDAGEM DE PARTE DA ZONA INTERIOR DAS PEÇAS	144
FIGURA 140 - DESMOLDAGEM HIDRÁULICA DAS PEÇAS, ZONA DO FRISO MAIS COMPRIDO	145
FIGURA 141 - MECANISMO NO INTERIOR DE OUTRO MECANISMO	145
FIGURA 142 - ZONAS DA PEÇA ONDE ATUARÃO OS MECANISMOS	146
FIGURA 143 - DESMOLDAGEM DOS <i>CLIPS</i>	146
FIGURA 144 - A) DIMENSÕES MÁXIMAS DOS BLOCOS DE AÇO DO PORTA-MACHOS E B) PORTA-CAVIDADES.	147
FIGURA 145 - ABERTURA MÁXIMA DO MODELO PRELIMINAR	147

FIGURA 146 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE INJEÇÃO DO PP	148
FIGURA 147 - MACHO DE UMA PEÇA COM OS CANAIS DE INJEÇÃO EXECUTADOS	148
FIGURA 148 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE INJEÇÃO DO EPDM	149
FIGURA 149 – DESENHO ESQUEMÁTICO DA INJEÇÃO DO EPDM	149
FIGURA 150 - PERNO DE RETORNO COM MOLA	152
FIGURA 151 - MOVIMENTO À EXTRAÇÃO TIPO <i>DOUBLE RACK</i> (DR) COM INCLINAÇÃO DE DESMOLDAGEM SUPERIOR A 10°	153
FIGURA 152 - MOVIMENTO À EXTRAÇÃO DE DUPLO VEIO PARA DESMOLDAGEM SUPERIOR A 10°	153
FIGURA 153 - SENSORES DE POSIÇÃO NO MOVIMENTO HIDRÁULICO	154
FIGURA 154 - SENSORES DE POSIÇÃO PARA CONTROLO DO AVANÇO E RECUO DA EXTRAÇÃO	154
FIGURA 155 - <i>MICRO-SWITCHES</i> E RESPECTIVA FICHA ELÉTRICA DE LIGAÇÃO	155
FIGURA 156 - <i>MICRO-SWITCHES</i> SEPARADO POR ELEMENTOS INDIVIDUAIS	155
FIGURA 157 - LOCAIS DE INJEÇÃO DA PEÇA	157
FIGURA 158 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UM CANAL QUENTE	158
FIGURA 159 - VISCOSIDADE VS TAXA DE CORTE A DIFERENTES TEMPERATURAS (PP)	159
FIGURA 160 - VOLUME ESPECÍFICO VS TEMPERATURA A DIFERENTES PRESSÕES (PP)	160
FIGURA 161 – DIAGRAMA DE ENCHIMENTO DA PEÇA (PP) REALIZADO COM O <i>MOLDFLOW</i> ®	160
FIGURA 162 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 25% DE ENCHIMENTO DE PP	161
FIGURA 163 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 50% DE ENCHIMENTO DE PP	161
FIGURA 164 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 75% DE ENCHIMENTO DE PP	161
FIGURA 165 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 100% DE ENCHIMENTO DE PP (PEÇA COMPLETA)	161
FIGURA 166 - LINHAS DE SOLDA (PP)	162
FIGURA 167 - ENTRADAS DE AR (PP)	162
FIGURA 168 - PRESSÃO DE INJEÇÃO (PP)	163
FIGURA 169 - FORÇA DE FECHO (PP)	163
FIGURA 170 - TEMPERATURA DA FRENTE DE FLUXO (PP)	164
FIGURA 171 - ANÁLISE DA TAXA DE CORTE (PP)	165
FIGURA 172 - ANÁLISE DA TENSÃO DE CORTE (PP)	165
FIGURA 173 – ANÁLISE POR SIMULAÇÃO DA CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (PP)	166
FIGURA 174 - ANÁLISE POR SIMULAÇÃO DA TAXA DE TRANSFERÊNCIA (PP)	166
FIGURA 175 - VISCOSIDADE VS TAXA DE CORTE A DIFERENTES TEMPERATURAS (EPDM)	167
FIGURA 176 - VOLUME ESPECÍFICO VS TEMPERATURA A DIFERENTES PRESSÕES (EPDM)	168
FIGURA 177 – DIAGRAMA DE ENCHIMENTO DA PEÇA (EPDM) REALIZADO COM O <i>MOLDFLOW</i> ®	168
FIGURA 178 – SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 25% DE ENCHIMENTO DE EPDM	169
FIGURA 179 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 50% DE ENCHIMENTO DE EPDM	169
FIGURA 180 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A 75% DE ENCHIMENTO DE EPDM	169
FIGURA 181 - SIMULAÇÃO <i>MOLDFLOW</i> ® CORRESPONDENTE A PRATICAMENTE 100% - EPDM	169
FIGURA 182 – DESTAQUE DAS LINHAS DE SOLDA (EPDM)	170
FIGURA 183 - ENTRADAS DE AR (EPDM)	170
FIGURA 184 - PRESSÃO DE INJEÇÃO (EPDM)	171
FIGURA 185 - FORÇA DE FECHO (EPDM)	171
FIGURA 186 – SIMULAÇÃO CORRESPONDENTE À TEMPERATURA DA FRENTE DE FLUXO (EPDM)	172

FIGURA 187 - ANÁLISE DA TAXA DE CORTE (EPDM)	172
FIGURA 188 - ANÁLISE DA TENSÃO DE CORTE (EPDM)	173
FIGURA 189 - CONTRAÇÃO VOLUMÉTRICA (EPDM)	173
FIGURA 190 - TAXA DE TRANSFERÊNCIA (EPDM)	174
FIGURA 191 - IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA DE PP PARA O PEDIDO DO SISTEMA DE INJEÇÃO	175
FIGURA 192 - IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA DE EPDM PARA O PEDIDO DO SISTEMA DE INJEÇÃO	176
FIGURA 193 - IDENTIFICAÇÕES FULCRAIS PARA A INJEÇÃO DO EPDM	176
FIGURA 194 - IDENTIFICAÇÃO DE CADA TIPO DE INJEÇÃO	177
FIGURA 195 - MEDIDAS E POSICIONAMENTOS PARA A CONCEÇÃO DOS SISTEMAS DE INJEÇÃO	177
FIGURA 196 - IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE CADA BICO	178
FIGURA 197 – “ASSEMBLAGEM” DA MODELAÇÃO	179
FIGURA 198 - PEÇA NA POSIÇÃO CARRO	180
FIGURA 199 - PEÇA NA POSIÇÃO MOLDE	180
FIGURA 200 - TRANSFORMAÇÕES AUTOMÁTICAS	181
FIGURA 201 - PEÇA, VETORES DE DESMOLDAGEM, LINHAS DE PARTIÇÃO E SIMULAÇÃO DE CURSOS	182
FIGURA 202 - COMANDO DE MODELAÇÃO - CHECK REGIONS	182
FIGURA 203 - O INÍCIO, PEÇA COM SUPERFÍCIES, SÓLIDOS E PLANOS	184
FIGURA 204 - 2/4 DE MOLDE MODELADOS (PP E EPDM)	184
FIGURA 205 - A) POSTIÇOS PARA EXECUÇÃO DE FURO E B) FUGA DE GASES	185
FIGURA 206 - UM DOS QUATRO MACHOS MODELADOS	186
FIGURA 207 - CONJUNTO DE ACESSÓRIOS QUE GRAVAM A PEÇA EM EPDM	186
FIGURA 208 - CONJUNTO DA CAVIDADE MONTADO E PEÇA EPDM	187
FIGURA 209 – PLACA PORTA-MACHOS MODELADA	187
FIGURA 210 - CINEMÁTICA DO MOLDE	188
FIGURA 211 - MODELAÇÃO FINAL DE TODA A MECÂNICA MOLDANTE	188
FIGURA 212 - MAPA DE COMPONENTES MODELADOS PARA O LADO FIXO DO MOLDE	189
FIGURA 213 - MAPA DE COMPONENTES MODELADOS PARA O LADO MÓVEL DO MOLDE	189
FIGURA 214 - PLACA DE ENCOSTO DO LADO MÓVEL (REFERÊNCIA 0017)	190
FIGURA 215 - PLACAS DE EXTRAÇÃO (REFERÊNCIAS 0011 E 0014)	190
FIGURA 216 - CALÇOS (A VERDE COM REFERÊNCIAS 0005,0006 E 0007) E APOIOS (REFERÊNCIAS 0019 E 0020)	191
FIGURA 217 - PLACA PORTA-MACHOS (REFERÊNCIA 0003)	191
FIGURA 218 - MACHOS (REFERÊNCIAS 0200, 0201, 0202 E 0203)	191
FIGURA 219 - PLACA PORTA-CAVIDADES (REFERÊNCIA 0002)	192
FIGURA 220 - CAVIDADES (REFERÊNCIAS 0100, 0101, 0102, 0103, 0104 E 0105)	192
FIGURA 221 - PLACAS DE ALOJAMENTO DOS SISTEMAS DE INJEÇÃO (REFERÊNCIA 0018 E 0018-1)	192
FIGURA 222 - PLACA DE ENCOSTO DO LADO FIXO (REFERÊNCIA 0001)	192
FIGURA 223 - PLACAS DE ISOLAMENTO DO MOLDE (REFERÊNCIAS 0072, 0073, 0070 E 0071 DA ESQUERDA PARA A DIREITA, RESPECTIVAMENTE)	193
FIGURA 224 - INJEÇÃO DO PP, DIRETA AOS CANAIS	193
FIGURA 225 - INJEÇÃO DO EPDM, DIRETA ÀS PEÇAS	194
FIGURA 226 - OS SISTEMAS DE INJEÇÃO NO SEU CONJUNTO FINAL	194
FIGURA 227 - POSTIÇO DO INDEXADOR/POSICIONADOR (PP)	195

FIGURA 228 - POSTIÇO DE EXECUÇÃO DE FURO (PP)	195
FIGURA 229 - POSTIÇO DA CAVIDADE REFRIGERADO (EPDM)	196
FIGURA 230 - DUAS EXTRAÇÕES SUSTENTADAS PELO MOLDE	196
FIGURA 231 - EXTRATORES DE VÁRIOS TIPOS	197
FIGURA 232 - MEIA-CANA NUM EXTRATOR DE PEÇA	197
FIGURA 233 - REMOÇÃO DAS DUAS PEÇAS COMPLETAS PELO ROBÔ	198
FIGURA 234 - LOCALIZAÇÃO DOS EXTRATORES DOS CANAIS	198
FIGURA 235 - USO DE EXTRATORES TUBULARES	199
FIGURA 236 - MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO INTERIORES E EXTERIORES DA PEÇA	200
FIGURA 237 – REPRESENTAÇÃO DOS MOVIMENTOS HIDRÁULICOS	201
FIGURA 238 - ZONA DA PEÇA QUE NECESSITA DE MAIOR CURSO DE DESMOLDAGEM	201
FIGURA 239 - MOVIMENTO HIDRÁULICO COMPLETO	201
FIGURA 240 - LADO MÓVEL ROTATIVO, ENTRADAS E SAÍDAS PRINCIPAIS DE ÁGUAS NO LADO DO OPERADOR	202
FIGURA 241 - LADO FIXO, ENTRADAS E SAÍDAS PRINCIPAIS DE ÁGUAS NO LADO OPOSTO AO DO OPERADOR	203
FIGURA 242 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO DOS MACHOS	203
FIGURA 243 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO DOS MOVIMENTOS HIDRÁULICOS	204
FIGURA 244 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO DOS MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO EXTERIORES	204
FIGURA 245 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO DOS POSTIÇOS DA CAVIDADE	205
FIGURA 246 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO DAS CAVIDADES	205
FIGURA 247 - CIRCUITOS HIDRÁULICOS DAS EXTRAÇÕES	208
FIGURA 248 - CIRCUITOS HIDRÁULICOS DOS MOVIMENTOS	208
FIGURA 249 - MASSA DE UM MOVIMENTO HIDRÁULICO	210
FIGURA 250 - MASSA DE UMA EXTRAÇÃO	211
FIGURA 251 – SECÇÃO DE UMA PLACA DE AJUSTAMENTO	212
FIGURA 252 - PLACAS DE PRESSÃO DO MOLDE	212
FIGURA 253 - GUIAS PRINCIPAIS DO MOLDE	213
FIGURA 254 – SECÇÃO COM CASQUILHO DE GUIAMENTO TOTALMENTE PENETRADO PELA GUIA DO MOLDE	213
FIGURA 255 - GUIAMENTO DAS EXTRAÇÕES	214
FIGURA 256 - SECÇÃO DE UMA GUIA E RESPECTIVO CASQUILHO DA EXTRAÇÃO	214
FIGURA 257 - BLOCOS PORTA-CAVIDADES E PORTA-MACHOS	215
FIGURA 258 - DESBASTE DA PLACA PORTA-MACHOS	215
FIGURA 260 - OPERAÇÃO DE ACABAMENTO	215
FIGURA 260 - PLACA PORTA-MACHOS	216
FIGURA 261 - MACHOS	216
FIGURA 262 - CAVIDADES	216
FIGURA 263 - UM DOS MACHOS A SER MAQUINADO NA CNC	217
FIGURA 264 - ELETROEROSÃO NUMA CAVIDADE (EXECUÇÃO DO INDEXADOR/CENTRADOR)	217
FIGURA 265 – INÍCIO DA ELETROEROSÃO NOS MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO	217
FIGURA 266 - ELETROEROSÃO NOS MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO	218
FIGURA 267 - INÍCIO DA ELETROEROSÃO NOS MOVIMENTOS HIDRÁULICOS	218

FIGURA 268 - MOVIMENTOS HIDRÁULICOS COM FRISOS ERODIDOS	218
FIGURA 269 - ELETROEROSÃO DO ALOJAMENTO DO POSTIÇO NO MOVIMENTO HIDRÁULICO	218
FIGURA 270 – TORNEAMENTO MECÂNICO DOS PÉS DO MOLDE E PROTEÇÕES DE CONTACTO COM O CHÃO DE FÁBRICA	219
FIGURA 271 - PÉS DO MOLDE E RESPETIVAS PROTEÇÕES EM NYLON®	219
FIGURA 272 – FRESAGEM DAS BARRAS DE SEGURANÇA DO MOLDE	219
FIGURA 273 – PLACA PORTA-CAVIDADES	220
FIGURA 274 – POLIMENTO DA CAVIDADE DO PP	220
FIGURA 275 - REGIÃO DA CAVIDADE QUE GRAVA O EXTERIOR DO EPDM JÁ POLIDA	220
FIGURA 276 - AÇO DOS POSTIÇOS DA CAVIDADE	221
FIGURA 277 – AÇO PARA OS MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO EXTERIORES E PARA AS CUNHAS DOS MOVIMENTOS HIDRÁULICOS	221
FIGURA 278 - AÇO PARA MOVIMENTOS MECÂNICOS	221
FIGURA 279 - AÇO PARA MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO INTERIORES	222
FIGURA 280 - AÇO PARA EXTENSÕES DOS CILINDROS HIDRÁULICOS	222
FIGURA 281 - AÇOS PARA DIVERSOS COMPONENTES, DESDE DISTRIBUIDORES DE ÁGUA, ATÉ AOS BOTÕES DE ENCOSTO	222
FIGURA 282 - UM DOS DOIS DIVISORES DE FLUXO DE ÓLEO DO MOLDE	223
FIGURA 283 - UMA DAS GUIAS PRINCIPAIS DO MOLDE	223
FIGURA 284 - LIGAÇÕES DE ÁGUAS PARA MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO	223
FIGURA 285 - CILINDROS HIDRÁULICOS DOS MOVIMENTOS	223
FIGURA 286 - COMPONENTES <i>STANDARD</i> EM ARMAZÉM	223
FIGURA 287 - MONTAGEM DE ACESSÓRIOS NUMA PLACA DE EXTRAÇÃO	224
FIGURA 288 - MONTAGEM DOS MOVIMENTOS À EXTRAÇÃO	224
FIGURA 289 - MONTAGEM DE COMPONENTES DE GUIAMENTO E REFRIGERAÇÃO	224
FIGURA 290 - MONTAGEM DO LADO FIXO	224
FIGURA 291 - MONTAGEM DAS CHAPAS QUE PROTEGEM OS FIOS ELÉTRICOS	225
FIGURA 292 - APERTOS FINAIS DAS CHAPAS DE PROTEÇÃO DE FIOS ELÉTRICOS	225
FIGURA 293 - MOLDE PRONTO PARA AJUSTAMENTO	225
FIGURA 294 - AJUSTAMENTO DO MOLDE NA PRENSA HIDRÁULICA	226
FIGURA 295 - MOLDE NA PRENSA APOIADO EM CALÇOS	226
FIGURA 296 – ZARCÃO (AZUL) USADO NO AÇO PARA ACERTAR AJUSTES	226
FIGURA 297 – POSICIONAMENTO E DIMENSÕES DE MACHO E CALÇOS	235
FIGURA 298 - DEPARTAMENTO TÉCNICO	240
FIGURA 299 - REVISÃO FINAL COM O CLIENTE	240
FIGURA 300 - MOLDE DA TESE A SER TRABALHADO NO <i>SOFTWARE</i> POWERMILL	241
FIGURA 301 - FERRAMENTAS PARA AS MÁQUINAS	241
FIGURA 303 - NAVE DE MAQUINAÇÃO	241
FIGURA 303 - ARMAZENAMENTO DE <i>STANDARDS</i> E FERRAMENTAS DE MONTAGEM	241
FIGURA 304 - RECEÇÃO DO AÇO	242
FIGURA 305 - UMA DE VÁRIAS MÁQUINAS-FERRAMENTA CNC	242
FIGURA 306 - MÁQUINA DE FURAÇÃO	243
FIGURA 307 - FURAÇÃO	243

FIGURA 308 - MÁQUINAS DE ELETROEROSÃO	243
FIGURA 309 - TORNEAMENTO	244
FIGURA 310 - FRESAGEM	244
FIGURA 311 - BANCADAS	244
FIGURA 312 - PRENSA-HIDRÁULICA	245
FIGURA 313 - CENTRO DE ENSAIOS DA SIMOLDES PLÁSTICOS	245
FIGURA 314 - CONJUNTO A	250
FIGURA 315 - CONJUNTO B	251
FIGURA 316 - CONJUNTO C	251
FIGURA 317 - CONJUNTO D	251
FIGURA 318 - CONJUNTO E	252
FIGURA 319 - CONJUNTO F	252
FIGURA 320 - CONJUNTO G	252
FIGURA 321 - SUBCONJUNTO A	253
FIGURA 322 - SUBCONJUNTO G	253
FIGURA 323 - CONJUNTO H	253
FIGURA 324 - CONJUNTO I	254
FIGURA 325 - CONJUNTO J	254
FIGURA 326 - CONJUNTO K	254
FIGURA 327 - CONJUNTO L	255
FIGURA 328 - CONJUNTO M	255
FIGURA 329 - CONJUNTO M, RODADO 180°	255
FIGURA 330 - CONJUNTO N	256
FIGURA 331 - SUBCONJUNTO O1	256
FIGURA 332 - SUBCONJUNTO O2	256
FIGURA 333 - CONJUNTO O	257
FIGURA 334 - CONJUNTO P	257
FIGURA 335 - CONJUNTO Q	257
FIGURA 336 - CONJUNTO R - MONTAGEM DO MOLDE FINAL	258
FIGURA 337 - MASSA E CENTRO DE GRAVIDADE DO LADO DA CAVIDADE	258
FIGURA 338 - LADO DA CAVIDADE EQUILIBRADO	259
FIGURA 339 - MASSA E CENTRO DE GRAVIDADE DO LADO DO MACHO	259
FIGURA 340 - LADO DO MACHO EQUILIBRADO	260
FIGURA 341 - MASSA E CENTRO DE GRAVIDADE DO MOLDE	260
FIGURA 342 - MOLDE EQUILIBRADO	261
FIGURA 343 - LIGAÇÕES ELÉTRICAS DAS EXTRAÇÕES HIDRÁULICAS	262
FIGURA 344 - LIGAÇÕES ELÉTRICAS DOS MOVIMENTOS HIDRÁULICOS	262

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS A NÍVEL DE EMPRESA PARA O MOLDE IGM0705	39
TABELA 2 - COMPARAÇÃO DA MISTURA EPDM / PP NÃO VULCANIZADO E ALTAMENTE VULCANIZADO (DROBNY, 2007)	49
TABELA 3 - PARÂMETROS DE PROCESSAMENTO DO PP (LYONDELLBASELL, 2016)	51
TABELA 4 – ESTRUTURA PRINCIPAL	68
TABELA 5 - DIMENSÕES DE RASGOS PARA DESMONTAGEM (GRUPO SIMOLDES, 2016)	73
TABELA 6 - PINTURA NORMALIZADA (GRUPO SIMOLDES, 2016)	73
TABELA 7 - DIMENSÕES DO EXTRATOR E DA POSIÇÃO A EXECUTAR (GRUPO SIMOLDES, 2016)	76
TABELA 8 - ATAQUES À PEÇA MAIS COMUNS	84
TABELA 9 - VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO ISOLADOS (CENTIMFE, 2003)	87
TABELA 10 - PROFUNDIDADES TÍPICAS DOS RASGOS DE ESCAPE DE GASES PARA ALGUMAS RESINAS (CAMPO, 2006)	89
TABELA 11 - REGRAS DE DISTÂNCIAS DE REFRIGERAÇÃO (GRUPO SIMOLDES, 2016)	91
TABELA 12 - REFRIGERAÇÃO, PROBLEMAS E SOLUÇÕES (GRUPO SIMOLDES, 2016)	94
TABELA 13 - DIMENSÕES DE CONSTRUÇÃO DO GUIAMENTO UTILIZANDO GUIAS PRISMÁTICAS (GRUPO SIMOLDES, 2016)	98
TABELA 14 - TABELA EXEMPLO COM ALGUMAS COTAS DE POSICIONAMENTO PARA ALGUMAS INJETORAS ENGEL (EN) E KRAUSS MAFFEI (KM) (GRUPO SIMOLDES PLASTIC DIVISION, 2016)	102
TABELA 15 - RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO DE INJEÇÃO, ESPESSURA DA PAREDE DA PEÇA E PERCURSO DO MATERIAL AO LONGO DA CAVIDADE, Ξ (MANRICH, 2005)	111
TABELA 16 - VALORES DAS CONSTANTES DE KM (MANRICH, 2005)	111
TABELA 17 - PROPRIEDADES TÉRMICAS DE ALGUNS POLÍMEROS	115
TABELA 18 - PRÉ-ESTUDO DAS PEÇAS: SUPPOR-HAUT-PARLEU AV G/D	133
TABELA 19 - EIXOS DE DESMOLDAGEM EM CORTE POR PEÇA DO MOLDE IGM0705	138
TABELA 20 - CARACTERÍSTICAS DA MÁQUINA DE INJEÇÃO	150
TABELA 21 - ESPECIFICAÇÕES DA FEM DO MOLDE IGM0705	150
TABELA 22 - MATERIAIS INDICADOS NA FEM DO MOLDE IGM0705	151
TABELA 23 - MATERIAIS POLIMÉRICOS E RESPECTIVAS PERCENTAGENS DE CONTRAÇÃO	156
TABELA 24 - MATÉRIA PRIMA: SABIC PP COMPOSTO G3230A (FIBRA DE VIDRO 30%)	159
TABELA 25 - EVOLUÇÃO DO ENCHIMENTO DO PP	161
TABELA 26 – PROPRIEDADES DO MATERIAL SANTROPRENE 121-75 M100 (TPE-V)	167
TABELA 27 - EVOLUÇÃO DO ENCHIMENTO DO EPDM	169
TABELA 28 - IDENTIFICAÇÃO DA(S) MÁQUINA(S) DE INJEÇÃO	175
TABELA 29 - POSICIONAMENTO E COMPRIMENTOS DOS BICOS DE INJEÇÃO	178
TABELA 30 - PALETE DE CORES	183
TABELA 31 - COMPONENTES DO MOLDE	190
TABELA 32 - ANÁLISE DO RENDIMENTO DA REFRIGERAÇÃO	206
TABELA 33 - FORÇAS PARA O AVANÇO DA HASTE DO CILINDRO (DAN)	209
TABELA 34 - FORÇAS PARA O RECUO DA HASTE DO CILINDRO (DAN)	209

TABELA 35 - FASES, COMPONENTES, PROCESSOS DE FABRICO E RECEÇÃO DE OUTROS ACESSÓRIOS	
<i>STANDARD</i>	215
TABELA 36 - PROPRIEDADES DAS PLACAS ESTRUTURAIS	228
TABELA 37 - VALORES ATRIBUÍDOS ÀS PROPRIEDADES CONSIDERADAS IMPRESCINDÍVEIS	230
TABELA 38 – PONDERAÇÃO DAS PROPRIEDADES	231
TABELA 39 - PONDERAÇÃO DOS MATERIAIS	231
TABELA 40 - ÍNDICES DE MÉRITO	232
TABELA 41 - VALORES ATRIBUÍDOS ÀS PROPRIEDADES ESCOLHIDAS	233
TABELA 42 - PONDERAÇÃO DAS PROPRIEDADES	233
TABELA 43 - PONDERAÇÃO DOS MATERIAIS	233
TABELA 44 - ÍNDICES DE MÉRITO	234
TABELA 45 - COEFICIENTE DE EFICÁCIA DOS CANAIS DE ARREFECIMENTO	238
TABELA 46 – SETORES QUE COLABORARAM NA EXECUÇÃO DO MOLDE	240
TABELA 47 - CUSTOS RELACIONADOS COM MATÉRIAS-PRIMAS	246
TABELA 48 - ORÇAMENTO DE OPERAÇÕES	249
TABELA 49 - ORÇAMENTO DE SERVIÇOS	250
TABELA 50 - MONTAGEM DO MOLDE IGM705	250

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	37
1.1	Enquadramento.....	37
1.2	Objetivos específicos	38
1.3	Objetivos para a execução do projeto	39
1.4	Metodologia.....	41
1.5	Estrutura	42
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	45
2.1	Polímeros	45
2.2	Moldes para a injeção de plásticos e borrachas.....	48
2.2.1	Bico/sistema de injeção	53
2.2.2	Pressão de injeção e da cavidade do molde	58
2.2.3	Vantagens e limitações do processo de moldação por injeção	61
2.2.4	Tipos e funções de moldes de injeção de plásticos	61
2.2.5	Estrutura dos moldes	68
2.2.6	Sistemas de fixação do molde, ferramenta	73
2.2.7	Extração das peças injetadas	74
2.2.8	Sistemas de alimentação	79
2.2.9	Sistemas de arrefecimento do molde	90
2.2.10	Sistemas de guiamento-centramento do molde	95
2.2.11	Sistemas, mecanismos e componentes de gravação	103
2.3	Segurança, transporte e manuseamento	108
2.4	Dimensionamento no projeto de moldes para a injeção de polímeros	110
2.4.1	Cálculo da força de fecho para máquinas de injeção	110
2.4.2	Dimensionamento dos calços	111
2.4.3	Dimensionamento dos extratores	112
2.4.4	Cálculo da força de extração	113
2.4.5	Cálculo do tempo de arrefecimento da peça	114
2.4.6	Cálculo do caudal do fluido de arrefecimento	116
2.4.7	Considerações e dimensionamento da espessura mínima da cavidade	116
2.5	Estruturas e acessórios <i>standard</i>	117
2.5.1	Processamento das estruturas <i>standard</i>	117

2.5.2	Processamento dos acessórios <i>standard</i>	118
2.6	Texturização do molde	120
2.6.1	Placa testemunho de textura	122
2.7	Materiais para construção de um molde	122
2.8	Estudo de enchimento, <i>moldflow</i>®	124
3	DESENVOLVIMENTO	129
3.1	Objetivos específicos do trabalho prático	129
3.2	Caracterização da empresa	129
3.2.1	O Grupo Simoldes	130
3.2.2	A empresa IGM	132
3.3	Projeto do molde: fase preliminar - receção e análise dos ficheiros da peça	132
3.3.1	Decisões, reuniões com cliente e aprovações	135
3.3.2	Desenho preliminar, aplicação prática das conclusões da análise de peça e respetiva apresentação ao cliente	139
3.3.3	Apresentação do estudo preliminar da injeção	147
3.4	Requisitos impostos pelo cliente	150
3.4.1	Máquina de injeção	150
3.4.2	Condições de projeto	150
3.5	Contração dos materiais poliméricos	156
3.5.1	Contração das peças	156
3.6	Estudo <i>moldflow</i>®	156
3.6.1	Definição dos pontos de injeção	157
3.6.2	Análise <i>Moldflow</i> ® do PP	159
3.6.3	Análise <i>Moldflow</i> ® do EPDM	167
3.7	Pedido dos sistemas de injeção	174
3.8	Projeto do molde: fase modulação	179
3.8.1	Receção da banda válida para projeto	179
3.8.2	Início da modelação	179
3.8.3	Separação das peças de PP e EPDM	181
3.8.4	Desenvolvimento da modelação	183
3.9	Projeto do molde: fase de desenho final	190
3.9.1	Estrutura do molde	190
3.9.2	Sistemas de injeção utilizados	193

3.9.3	Postiços aplicados no molde, funções e características	195
3.9.4	Extração das peças	196
3.9.5	Refrigeração do molde	202
3.9.6	Hidráulicos do molde	207
3.9.7	Placas de pressão, ajustamento e guiamento	211
3.10	Fabrico do molde.....	215
3.11	Seleção de materiais.....	226
3.11.1	Propriedades dos elementos estruturais	227
3.12	Dimensionamento do molde	234
3.12.1	Dimensionamento das placas e guias do molde	234
3.12.2	Dimensionamento do sistema de arrefecimento	237
3.12.3	Dimensionamento do sistema de extração da peça	238
3.13	Avaliação de custos do molde	246
3.13.1	Custos relacionados com matérias-primas	246
3.13.2	Custos de mão-de-obra relacionados com a conceção e fabrico do molde	249
3.14	Montagem do molde	250
3.14.1	lçamento do molde	258
3.15	Esquemas elétricos do molde	261
3.15.1	Esquema elétrico da segurança da extração	261
3.15.2	Esquema elétrico da segurança dos movimentos hidráulicos	262
3.16	Ensaio do molde.....	263
4	CONCLUSÕES	265
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	267
5.1	Bibliografia	267
5.2	Outras fontes de informação	268
5.3	Artigos em revistas internacionais.....	270
6	ANEXOS	273
6.1	CAC01.....	273
6.2	CAC02.....	278
6.3	Gravações.....	280

6.4	Orçamento Fabril.....	281
6.5	FTM	283
6.6	FEM	285
6.7	Documentos utilizados no pedido do sistema de injeção.....	286
6.8	Revisão do projeto preliminar	290
6.9	Revisão do projeto funcional	291
6.10	Temperatura de processamento de materiais	296
6.11	Guias principais do molde	297
6.12	Massa vs Olhais de içamento.....	300
6.13	Aços.....	301
6.14	Lista de materiais	306

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

1.2 Objetivos específicos

1.3 Objetivos para a execução do projeto

1.4 Metodologia

1.5 Estrutura

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado pelo aluno Luís Silva, tendo sido iniciado durante o segundo semestre, do ano letivo 2015/2016, e continuado durante os dois semestres, do ano letivo 2016/2017, no âmbito da unidade curricular de Dissertação em Engenharia Mecânica - Materiais e Tecnologias de Fabrico, tendo como objetivo a construção de um molde de bi-matéria, ou seja, um molde rotativo que injeta polipropileno (PP) e, posteriormente, etileno-propileno-dieno (EPDM), sendo a sua finalidade a indústria automóvel. O presente trabalho foi realizado em contexto empresarial, numa das empresas do Grupo Simoldes, a Indústria Global de Moldes (IGM), que pertence à divisão dos aços.

1.1 Enquadramento

A metalomecânica tem como um dos seus pilares o fabrico de moldes para a injeção de plásticos, sendo este suportado por uma já longa história nacional. Desta forma, o fabrico de moldes projeta-se por várias regiões de Portugal, sendo mais forte no centro e norte do país, concretamente em Leiria / Marinha Grande e Oliveira de Azeméis. No entanto, o principal fornecedor de moldes, para a indústria automóvel, alicerça-se em Oliveira de Azeméis, o Grupo Simoldes, o qual se distribui por vários pontos do globo (Neto, 2014).

Cada vez mais os clientes finais levam esta indústria aos limites, logo tem que se dar resposta quando se exigem peças com geometrias complexas, com desmoldagens em X, Y e Z no que respeita a movimentos, quer sejam mecânicos, à extração ou hidráulicos, superfícies lisas ou texturadas isentas de qualquer marca ou sinais de linhas de junção, paredes exageradamente finas, o que nos conduz a uma eletroerosão cuidadosa e demorada, com relação entre a área total e espessura cada vez mais elevada, o que condiciona fortemente o processo de injeção, devido à tendência natural que as peças terão a deformar durante o processo de solidificação. No caso dos moldes para injeção bi-matéria, o cenário torna-se mais ambíguo, visto que o PP tem uma contração e o EPDM outra, no caso de estudo 0,5 e 1,5 %, respetivamente.

Porém, os meios disponibilizados aos projetistas têm sido significativamente melhorados, existindo ferramentas para as mais árduas tarefas. Um exemplo disto foi a implementação de um *ERP* designado de *PowerGest* (sistema de gestão global), onde todos os projetistas, ao nível de Grupo, podem consultar toda a informação de cada projeto, pedir o material necessário, aprovar ou sugerir alterações, orçamentar, entre as mais e maiores funcionalidades possíveis e imagináveis para um aumento da rapidez de processamento de dados e qualidade de projeto. Com este contexto, os desafios em termos de prazos, quantidade e qualidade têm aumentado também proporcionalmente, o que dificulta tirar partido dessas vantagens. Nos dias correntes já não existe o que se fazia no passado através da tentativa erro, visto existirem aplicações informáticas de

simulação, o que nos conduz a uma aproximação mais adequada à solução pretendida, ainda durante a fase de projeto.

Neste contexto, surgiu a possibilidade de projetar um molde para injeção bi-matéria, plástico (PP) e borracha (EPDM) para o novo modelo, *DS7 Crossback – SUV*, automóvel híbrido que será produzido em Sochaux, apresentado em Paris e com lançamento previsto para Janeiro de 2018.

As peças deste projeto, o qual foi designado de X74-SP054/15, serão produzidas na SP (Simoldes Plásticos Portugal), SPF (Simoldes Plásticos França) e SPP (Simoldes Plásticos Polónia), enquanto que o projeto e fabrico dos moldes serão repartidos entre as empresas do Grupo Simoldes. No caso da peça em estudo, trata-se de 1+1, duas cavidades diferentes, direita e esquerda. Estas são suportes de colunas que se afixarão diretamente à chapa da porta. O EPDM será utilizado para evitar as folgas, reduzir as vibrações, ruídos durante a condução do veículo e sobretudo garantir a vedação, enquanto que o PP terá a função de suporte para a montagem das peças no veículo e posterior montagem das colunas. As peças são para as portas dianteiras, embora existam também peças para as portas traseiras, contudo, são mais simples a nível de mecânica, mas usam o mesmo conceito de bi-matéria. Estas peças serão produzidas na SPP na única máquina disponível para a bi-injeção rotativa, a EN 600 BI/ROT. Desta forma, isto leva os projetistas a executarem obras de difícil execução. Há limitações devido à capacidade física da máquina albergar moldes de grandes dimensões, ou seja, o molde terá de ser reduzido ao máximo, o que também tem as suas vantagens: redução de custos.

Devido às desmoldagens complexas, frisos finos, conceito diferente do habitual (bi-matéria), serão necessários estudos exaustivos, para a obtenção da qualidade pretendida, tanto pela IGM como pelo cliente. No projeto, todos os pormenores são de extrema importância, assim como a execução ou fabrico do molde na produção, pois um simples engano na produção pode afetar o projeto, tendo o projetista de solucionar o problema e mais uma vez encaram-se os problemas de custo/prazo/qualidade. Desde logo, a geometria da peça implica o uso de diversas metodologias de abordagem ao projeto. Desta forma, vai-se ao encontro do cliente, cumprindo os requisitos propostos.

1.2 Objetivos específicos

Dentro do panorama empresarial, são traçados objetivos específicos (Tabela 1) que visam otimizar todo o processo e tirar a maior rentabilidade do projeto, quer económica, quer a nível de prestígio.

Tabela 1 – Objetivos específicos a nível de empresa para o Molde IGM0705

	Descrição	Tempos máximos previstos (h)
1	Departamento Técnico - Projeto	243
2	Controlo Dimensional	9,5
3	Preparação de Trabalho (Programas CNC)	63
4	Fresagem Maquinações Médias (CNC + Alt. Vel.)	519
5	Fresagem Maquinações Pequenas (CNC + Alt. Vel.)	330,5
6	Furação (Mandrilladoras)	197
7	Maquinações Convencionais (Torno, Ferramenteira, Retificadora)	308
8	Eléktodos	91
9	Erosão	196
10	Polimento	240
11	Bancada	602

1.3 Objetivos para a execução do projeto

Este trabalho tem como intuito principal a execução de um projeto de um molde para a indústria automóvel. Um molde para a injeção bi-matéria, injeção de dois materiais distintos, sendo estes o PP e o EPDM. Para um projeto eficiente tem que se satisfazer os seguintes requisitos:

- Assegurar eficazmente as dimensões requeridas para as peças;
- Garantir os elevados índices de qualidade solicitados à superfície da peça;
- Minimizar o impacto das linhas de junção do material injetado, caso o molde seja provido de vários canais de alimentação;
- Reduzir os tempos de ciclo de injeção, tanto de PP como EPDM;
- Assegurar um dimensionamento correto do molde de acordo com a máquina a injetar, tanto a nível de placas de encosto como de abertura máxima, para não existirem colisões e existir espaço para a mão-presa (robô) remover a peça;
- Fixar o segundo fuso no molde através de dois furos roscados, sobrepostos e equidistantes do fuso em 175 mm e com as seguintes dimensões: M30x3,5 com 50 mm de profundidade, a entrada da injeção deverá estar localizada no lado oposto ao operador, no centro do molde e a 250 mm do prato da máquina (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016);
- Efetuar quatro furos cónicos do lado da parte móvel, com as devidas dimensões referidas no caderno de encargos do cliente e consoante a máquina a injetar.

Tem a função de atuarem como cones de centramento (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016);

- Cumprir todos os outros requisitos especificados pelo cliente final;
- Otimizar, tanto a nível mecânico como funcional;
- Maximizar o tempo de vida útil do molde e minimizar as atuais manutenções de *FMEA* e *RCM*.

Contudo, para a prossecução e factibilidade dos objetivos referidos anteriormente, é necessária a exequibilidade dos parâmetros seguintes:

- Executar uma adequada seleção dos materiais e tratamentos térmicos (quando necessário) para as diversas zonas do molde;
- Efectuar um estudo profundo da peça recebida do cliente e analisar todos os pontos de desmoldagem (movimentos) e possíveis melhorias, de forma a otimizar ambas as partes;
- Realizar um desenho preliminar, fazendo uma revisão com o cliente e abordando todos os pontos críticos de forma a chegar a um bom entendimento;
- Modelar todos os mecanismos e simulação dos mesmos, de forma a evitar erros;
- Desenvolver o desenho do molde, respeitando o caderno de encargos do cliente;
- Estudar os pontos e tipo de injeção;
- Proceder ao estudo do enchimento das peças (Estudo *Moldflow*®) e correspondente solidificação, otimizando a injeção e o arrefecimento através de ferramentas informáticas adequadas para o efeito;
- Efectuar o estudo do processo de fabrico do molde;
- Realizar o estudo de incorporação de componentes normalizados, usar sempre que possível, desde que não impliquem prazos mais dilatados.
- Pensar sempre no processo de montagem, isto porque é possível efectuar construções no *software* que não são possíveis de levar à prática por mão humana;
- Verificar o seu funcionamento nos ensaios programados;
- Efectuar alterações, Controlo de Alterações de Cliente (CAC), quando o cliente decide modificar a peça e dá o seu OK ao orçamento proposto pelo projetista;
- Estar presente em todos os ensaios e fazer correções, se o gestor de projeto em conjunto com o cliente assim o indicarem, no relatório de ensaio e correções (REC);
- Elaborar o presente relatório.

1.4 Metodologia

A realização do presente trabalho seguiu a metodologia descrita seguidamente:

- Estudo perspicaz da peça;
- Análise das especificações do cliente;
- Pesquisa bibliográfica sobre injeção de bi-matéria, plástico e borracha;
- Estudo da máquina de injeção;
- Realização do desenho preliminar, para aprovação prévia de aços de gravação, visto que estes necessitarão de tratamento térmico e irão influenciar a construção do molde;
- Pedido de orçamento dos sistemas de injeção, através de desenhos/croquis com indicações, posições e orientações dos bicos, manómetro, eletroválvulas, entre outras (envio de pdf com o estudo, *moldflow*[®] (mfr) e ficheiros do estudo em formatos *Step* e *x_t*);
- Verificação de todos os componentes normalizados possíveis de usar no molde (este estudo já é realizado durante a execução do desenho preliminar);
- Revisão do preliminar para possíveis afinações e melhorias;
- Modelação dos mecanismos e respetiva revisão;
- Estudo dos fluxos dos materiais dentro do molde e respetiva solidificação;
- Estudo do sistema de refrigeração, dos respetivos canais para um arrefecimento adequado;
- Seleção de materiais para as diferentes zonas do molde (note-se que alguns materiais são indicados na ficha técnica do projeto, no entanto, podemos usar aços similares, sempre com aprovação escrita pelo cliente);
- Estudo das placas de encosto (fixação) do molde à máquina de injeção, visto ser um molde rotativo. Acresce a atenção de ter a placa do lado móvel praticamente redonda;
- Realização do desenho / projeto final;
- Estudo do processo de produção e montagem do molde;
- Ensaios que consistem em injetar X peças e elaborar um relatório de ensaio. Este relatório visa possíveis melhorias que possam ser desenvolvidas;
- Implementação das correções indicadas no relatório de ensaio, mas apenas as que têm assinalado DT, porque as outras foram realizadas pelos projetistas, mas não implementadas pela oficina;
- Validação final da peça sem defeitos, com elevada qualidade, logo o correto funcionamento do molde;
- Redação da presente dissertação.

1.5 Estrutura

A estrutura deste trabalho está ajustada, principalmente, em duas partes que se subdividem: **Revisão Bibliográfica** inicial, onde se pretende enquadrar o leitor com os temas envolvidos nesta dissertação, passando em revista os desenvolvimentos técnicos e científicos que foram publicados em livros e periódicos científicos dedicados à matéria. **Desenvolvimento do Trabalho Prático** que foca três grandes fases, entre outros conceitos importantes, o desenho preliminar, a modelação dos mecanismos e o desenho / projeto final, assim como soluções encontradas e crítica dos resultados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Polímeros

2.2 Moldes para a injeção de plásticos e borrachas

2.3 Segurança, transporte e manuseamento

2.4 Dimensionamento no projeto de moldes para a injeção de
polímeros

2.5 Estruturas e acessórios *standard*

2.6 Texturização do molde

2.7 Materiais para a construção de um molde

2.8 Estudo de enchimento, *moldflow*®

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Polímeros

Polímeros é uma palavra de origem grega *polumeres*, que significa “ter muitas partes”. São moléculas formadas pela repetição de pequenas unidades químicas, designadas de monómeros, também de origem grega (“*mono*” - um). Os polímeros sempre estiveram presentes na vida humana, cerca de 18% do nosso organismo é composto por polímeros naturais (proteínas) (Marques, 2017).

O desenvolvimento foi célere, ao ponto de nos dias de hoje ser complicado viver sem os polímeros, visto que estão presentes em todo lado e são utilizados em todas as áreas das atividades humanas, principalmente nas indústrias: automóvel, de embalagens, entre outras (Marques, 2017).

Os polímeros dividem-se em três categorias: termoplásticos, termoendurecíveis e elastômeros (Marques, 2017, e Moura, 2005).

Termoplásticos: vulgarmente designados por plásticos, são a maior parte dos polímeros comerciais. São formados a partir de macromoléculas individuais lineares sem reticulações entre si, sendo mantidas nas suas posições devido às ligações secundárias. Quando os polímeros termoplásticos aquecem, estas ligações são quebradas temporariamente passando a existir mobilidade molecular, o que permite a reconformação. Posteriormente, com o arrefecimento, as moléculas “congelam” nas posições alcançadas, restabelecendo-se as ligações secundárias. Os termoplásticos têm como vantagem possuírem a característica de poderem ser fundidos várias vezes. Alguns são recicláveis, podendo ser dissolvidos em vários solventes. As suas propriedades mecânicas alteram conforme o tipo de plástico: sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis. Em geral e analogamente aos termoendurecíveis, os termoplásticos evidenciam-se por apresentarem maior tenacidade, maior resistência ao impacto e bastante menor higroscopicidade. Existem diferentes termoplásticos como o polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC), politereftalato de etileno (PET), policloreto de vinilo (PVC), poliacetal (POM), polietileno (PE), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre outros (Moura, 2005, e Marques, 2017).

Termoendurecíveis: vulgarmente designados por resinas termoendurecíveis, são compostos por polímeros em que as moléculas originam estruturas tridimensionais muito rígidas. Quando aquecidos adotam uma forma permanente ficando rígidos e frágeis, sendo muito estáveis a variações de temperatura. O aquecimento do polímero

acabado a altas temperaturas promove a decomposição do material antes da sua fusão. Logo, a sua reciclagem é complicada (Moura, 2005, e Marques, 2017).

Elastómeros: categoria intermediária entre os polímeros termoplásticos e termoendurecíveis, apresentam alta elasticidade devido ao elastômero termoplástico (TPE) ser um material de borracha com as características de um termoplástico e as propriedades de desempenho de uma borracha termoendurecida. Analogamente ao averiguado para os termoendurecíveis o processo de reciclagem é difícil devido à incapacidade de fusão. Os TPE's são compostos feitos a partir de um termoplástico rígido em combinação com um material suave de borracha, geralmente incorporando aditivos como óleos e cargas. Com o desenvolvimento nos anos setenta, hoje tem-se uma vasta gama de TPE's, como os seguintes (entre outros) (RESINEX Group, 2017, Campo, 2006, e Moura, 2005):

TPE-O - *Thermoplastic Olefins (co-continues hard/soft blend)*;

TPE-S - *Styrenic SBS, SEBS or SEPS Compound*;

TPE-V - *Vulcanized PP/EPDM Compound*;

TPE-E - *Copolyester compound*;

TPE-U - *Thermoplastic Polyurethane*;

TPE-A - *Thermoplastic Polyamide*.

Reforços

Os materiais de reforço servem para dar o nível de dureza pretendido a um polímero, são vários, desde fibras de vidro, fibras de carbono, fibras de aramida a fibras de boro, entre outros tipos de reforços. Todavia, as fibras de vidro são o tipo de reforço mais utilizado (Moura, 2005), nas peças do projeto em estudo têm a função de conferir ao PP a dureza adequada para o tipo de função que a peça irá exercer no veículo. Normalmente, produzidas por estiramento de vidro fundido através de uma fieira em liga de platina-ródio com orifícios de dimensões precisas. A sua temperatura de fusão anda em torno dos 1260°C (Moura, 2005).

Polímeros distintos

Os polímeros utilizados para a conceção das peças da presente tese são um termoplástico e um elastómero, mais precisamente o PP reforçado com fibra de vidro e o TPE-V (EPDM), respetivamente.

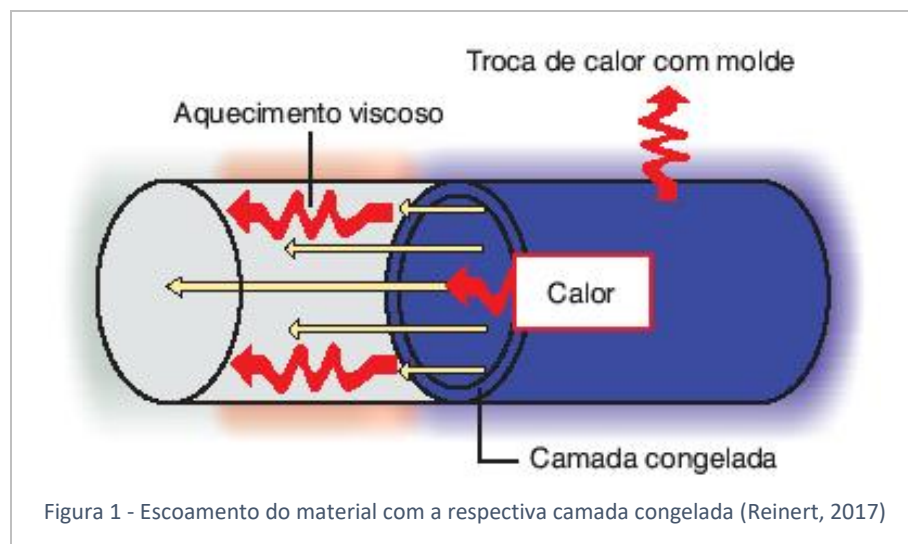
O PP é um polímero do grupo das poliolefinas, é branco e opaco com uma cristalinidade que varia de 60 a 70%. Ostenta boa resistência ao impacto e rigidez, resistência a distorção e possui excelente resistência aos ataques químicos, mesmo a elevadas temperaturas (Moura, 2005). As suas propriedades mecânicas dependem bastante do

peso molecular médio, da distribuição do peso molecular, da estereoregularidade da cadeia e das condições de processamento (Moura, 2005).

O TPV-E é constituído por misturas de etileno-propileno-dieno (EPDM) e PP vulcanizados dinamicamente. Partículas de EPDM (curadas) distribuídas de forma homogênea na fase de polipropileno termoplástico, dão a estes compostos propriedades únicas similares às da borracha, com a vantagem das técnicas de processamento dos termoplásticos (Campo, 2006)

Comportamentos dos polímeros durante a injeção

Os polímeros percorrem os canais de injeção e envolvem as paredes do molde, originando uma camada que congela devido à velocidade de escoamento. Essa camada endurecida é designada por camada congelada (Figura 1). Porém, uma velocidade reduzida de escoamento, origina uma camada mais espessa, diminuindo a passagem central dos polímeros e ampliando a pressão necessária para a circulação da massa polimérica (Campo, 2006).



O fluxo de massa limitado provoca elevadas taxas de corte no polímero à medida que as cavidades do molde ficam preenchidas. Logo, pressões de injeção mais elevadas, o uso de temperaturas superiores de fusão e uma maior velocidade de fluxo de fusão são necessárias para preencher as peças e garantir linhas de soldadura com qualidade, desta forma a temperatura da massa fundida não varia 10°C abaixo da temperatura de injeção. Contudo, maior velocidade do fluxo de fusão geralmente tem menor resistência ao impacto. O uso de temperatura mais elevada poderá resultar em degradação do polímero (Campo, 2006).

A elevada taxa de corte produz ainda outros efeitos que afetam significativamente o desempenho dos polímeros, as moléculas ficam alinhadas segundo a orientação e

direção do fluxo. Na maioria dos casos, o efeito não é desejável, porque a força na perpendicular à direção do fluxo é reduzida e a peça tem tendência a quebrar ao longo da linha de fluxo. Além disso, materiais orientados exibem propriedades de uso de temperatura final reduzida o que causa deformação à peça moldada (Campo, 2006).

2.2 Moldes para a injeção de plásticos e borrachas

Nas últimas décadas tem-se verificado um enorme desenvolvimento na utilização de materiais plásticos. Esta evolução deve-se naturalmente aos progressos conseguidos na tecnologia que apoia a Indústria Transformadora dos Materiais Plásticos. As exigências têm vindo a aumentar substancialmente, sobretudo neste setor, daí o domínio adquirido quer nas matérias-primas, quer nos equipamentos (Soares, 2009). Devido às recentes evoluções, já se conseguem executar peças conjuntamente em material plástico e borracha, através de moldes de injeção bi-matéria. Para um melhor conhecimento do EPDM (*TPE-V Santoprene 121 - 75M 100 Black*) tem que se referir que este material combina boas propriedades físicas e resistência química para uso em aplicações de moldagem por injeção. É usado especialmente na indústria automóvel, tem excelente resistência a intempéries, resistente ao ozono, assim como aos raios ultravioleta (*UV*). Combinada com estas características temos ainda boa vedação à água e o amortecimento de vibrações (MatWeb, 2016).

A adesão do EPDM ao PP não é fácil devido às viscosidades dos polímeros serem bastante diferentes, assim como devido às alterações de viscosidade durante a reticulação. Ambos os polímeros têm a mesma natureza química, o carbono. Todavia, para formar PP, os átomos de carbono organizam-se de forma diferente dos átomos que formam EPDM (Drobny, 2007).

O grau de reticulação determina a maioria das propriedades mecânicas e o comportamento do fluxo durante as operações de processamento posteriores. A comparação de diferentes tipos de misturas de EPDM/PP são dadas na Tabela 2, embora as composições vulcanizadas termoplásticas possam ser feitas a partir de um número relativamente grande de elastómeros e termoplásticos, mas apenas um número limitado de combinações é tecnologicamente útil, ou seja, obtém-se uma combinação útil quando as energias da superfície dos dois componentes principais são compatíveis, quando o peso molecular entre os emaranhados do elastômero é baixo e quando o plástico é pelo menos 15% cristalino (Drobny, 2007).

Tabela 2 - Comparação da mistura EPDM / PP não vulcanizado e altamente vulcanizado (Drobny, 2007)

Propriedade	Mistura - A		Mistura – B	
	Não vulcanizado	Vulcanizado	Não vulcanizado	Vulcanizado
Borracha Extraível (%)	33	1,4	-	-
Densidade de Reticulação (mol/cm ³)	0	1,6 x 10 ⁻⁴	-	-
Dureza (duro)	-	-	81	84
Resistência à tração, (MPa)	717	3526	583	1905
Alongamento na rotura (%)	190	530	412	725
Módulo a 100% de alongamento, (MPa)	701	1160	412	725
Compressão Global (%)	-	-	78	31
Tensão Global (%)	-	-	52	14
Expansão volumétrica – Norma ASTM N ^o 3, Óleo (%)	-	-	162	52

NOTAS:

1^o - Mistura A (partes em peso): borracha de EPDM, 60; polipropileno, 40.

2^o - Mistura B (partes em peso): borracha de EPDM, 38,8; polipropileno, 28,4; óleo extensor, 16,4, carbono preto, 16,4.

Porém, é de referir que este óleo extensor é utilizado para o amaciamento do polímero, permitindo lubrificação intermolecular.

Contudo, outras composições elastoméricas de EPDM e PP foram obtidas por vulcanização dinâmica. No caso de existir fase plástica suficiente no estado fundido, as composições podem ser processadas como termoplásticos (Drobny, 2007). Podem ser utilizados plastificantes e óleos de diluição para expandir o volume do elastómero, fase "soft". No estado fundido, um plastificante adequado pode expandir o volume do plástico, fase "duro". Sempre que dois componentes não sejam compatíveis (imiscíveis), podem ser compatibilizados pela adição de uma pequena quantidade de um agente de compatibilização (cerca de 1%), antes da vulcanização dinâmica. Esse agente é um bloco

copolímero, que contém segmentos semelhantes aos dois componentes para ser compatível. Ele atua como um surfactante macromolecular, promovendo a formação de pequenas gotículas de elastômero. Estas tornam-se partículas muito pequenas de elastômero vulcanizado, disperso na matriz plástica (Drobny, 2007). As fases dos compósitos são chamadas de matriz – que pode ser cerâmica, polimérica e metálica – e a fase dispersa – geralmente fibras ou partículas que servem como carga. A matriz geralmente é um material contínuo que envolve a fase dispersa (Moura, 2005).

Os elastômeros termoplásticos à base de misturas de poliolefinas com borrachas de dieno possuem a configuração que pode ser vista na Figura 2.

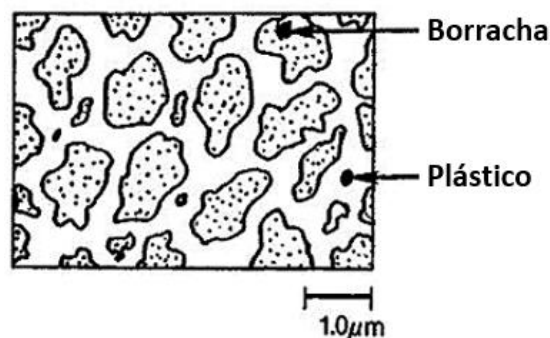
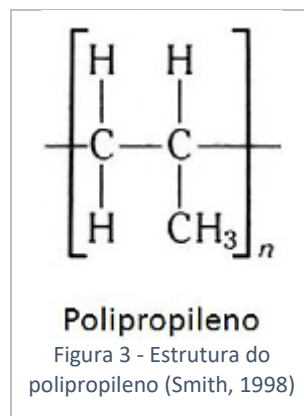


Figura 2 - Morfologia do termoplástico vulcanizado (Drobny, 2007)

O PP (Figura 3) é um polímero em ascensão, devido ao seu desenvolvimento permanente. Atualmente, este termoplástico é bastante usado na indústria automóvel, onde normalmente é usado com uma certa percentagem de fibra de vidro (20 ou 30 % são os teores mais comuns, teores mais elevados garantem às peças de plástico uma rigidez desnecessária) (Grupo Simoldes, 2016).



O PP tem excelentes propriedades físicas, mecânicas e químicas, entre outras. A qualidade do processamento deste material pode variar devido a vários fatores, tais como (Kalay & Bevis, 1997):

- Máquina de injeção;

- Geometria da peça;
- Características do material.

Seguidamente, exibem-se valores informativos dos parâmetros de injeção.

Tabela 3 - Parâmetros de processamento do PP (LyondellBasell, 2016)

Polipropileno	
Pressão de injeção	4 a 10 MPa
Segunda pressão	75 a 80% pressão injeção
Temperatura do bico	232°C
Temperatura do material fundido	216 a 232°C
Temperatura do molde	30°C
Temperatura na zona de alimentação	204°C
Temperatura na zona de compressão	218°C
Temperatura na zona de dosagem	232°C

Os processos mais comuns para a moldação a quente de plásticos são os seguintes (Moura, 2005):

- Moldação por injeção;
- Moldação por compressão;
- Extrusão;
- Moldação por sopro;
- Moldação por transferência.

Contudo, tratando-se de um projeto de um molde para bi-injeção, onde se obterá uma peça injetada com dois materiais distintos, será abordado apenas o processo de moldação por injeção, no caso, bi-injeção.

A **moldação por Injeção** é o processo mais utilizado para a produção de grandes séries de peças, sendo um dos processos mais importantes para dar forma aos polímeros. Tanto é aplicável a compostos de moldação de matriz termoendurecível como termoplásticos. Atualmente, também se aplica a elastómeros (Moura, 2005). Os equipamentos mais atualizados usam um mecanismo de parafuso móvel que permitem injetar o material fundido no interior do molde, enquanto os equipamentos já ultrapassados injetam o material através de um êmbolo. Naturalmente, os equipamentos de parafuso móvel são mais eficientes, pois conseguem uma melhor

homogeneidade do material fundido (Smith, 1998). Desta forma, a matéria prima é alimentada através do êmbolo ou de um parafuso helicoidal para dentro da cavidade de moldação. Ambas as partes do molde, tanto a cavidade como o macho, ficam sob pressão até que a resina cure. Seguidamente, o molde abre e dá-se a extração da ou das peças. Na Figura 4 pode-se verificar a legenda de uma máquina de injeção convencional (Moura, 2005).

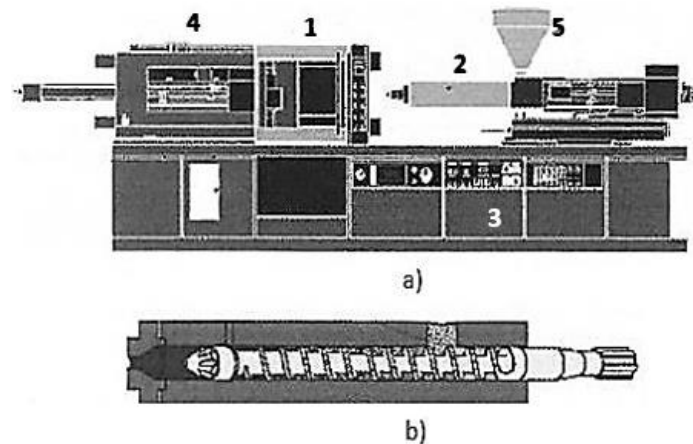


Figura 4 - Máquina de injeção: a) componentes principais; b) detalhe da unidade de injeção (Moura, 2005)

- 1 – Molde;
- 2 – Unidade de injeção;
- 3 – Unidade de potência;
- 4 – Unidade de fecho;
- 5 – Tremonha.

O molde é fixo à máquina por grampos, parafusos ou até mesmo por magnetismo. A unidade de fecho, que acomoda o molde, garante os movimentos do lado móvel do mesmo, assim como as forças de fecho, aperto e abertura do molde. A unidade de injeção recebe o material da tremonha e condu-lo até ao bico de injeção através de um parafuso alternativo, como mostra a Figura 4 b). A unidade de potência sustenta as unidades de injeção e de fecho, além de incorporar um sistema de acionamento que fornece a pressão necessária aos vários e dissimilares movimentos da máquina.

As máquinas de injeção atuais são controladas por microprocessadores e são dotadas de vários sensores, o que permite a obtenção de peças da mais alta qualidade, pelo facto de se poder monitorizar e executar correções em tempo real, caso seja necessário. Desta forma, controlam-se parâmetros importantes como a quantidade adequada de matéria prima, as temperaturas de injeção e do molde, a velocidade e pressão de injeção, velocidade de rotação do parafuso, entre outros.

O ciclo de injeção ou moldação por injeção, baseia-se em várias fases (Figura 5) realizadas na máquina entre a produção de peças consecutivas. Com o objetivo de rentabilizar a máquina e devido à competitividade económica, tendo em conta os elevados custos iniciais da instalação, é essencial a sua otimização. O ciclo inicia-se com o fecho do molde, a matéria-prima é levada pelo fuso até a câmara de injeção e, após aquecimento e homogeneização suficientes, dá-se a injeção no molde através do fuso que executa um movimento rápido de translação, introduzindo a matéria no interior do molde, preenchendo as cavidades. A fase seguinte, a pressurização, tem o intuito de compensar eventuais contrações da peça. Posteriormente, a plasticização corresponde à preparação do material para um novo ciclo, enquanto se espera que a, ou as peças arrefeçam no interior do molde. Por fim, e após o funcionamento dos sistemas de refrigeração, a peça adquire uma temperatura consistente para ser extraída sem sofrer distorção. Com a peça já extraída, temos um período de pausa, quando necessário, para a execução de operações manuais. Quando se atinge o estado ideal, essas pausas deixam de existir, passando o processo a ser robotizado, ou seja, dá-se a extração e o robô, designado de mão-presa, retira o produto e coloca-o junto dos outros. De seguida começa um novo ciclo.



Figura 5 - Ciclo de injeção (Moura, 2005)

2.2.1 Bico/sistema de injeção

A função do bico de injeção é a de assegurar a interface entre a unidade de plasticização e o molde, ou seja, a zona em que o bico da injetora encosta no *inlet* do sistema de injeção do molde e o material fundido flui para a(s) cavidade(s). Todos os sistemas de injeção possuem um raio, o qual tem de ser superior ao raio do fuso da injetora (Figura

6), isto para facilitar a interface e evitar a ocorrência de colisões ou injeções ineficientes, assim como garantir uma vedação eficaz (Campo, 2006).

O estudo do sistema de injeção torna-se assaz importante face à sua função/desempenho, tanto a nível funcional, como do ponto de vista da pressão e temperatura (é imperativo que o cliente forneça um estudo reológico, no qual seja possível verificar diversos parâmetros). Trata-se de um componente de elevado custo, sendo que as eventuais alterações posteriores a uma aprovação acarretam valores por vezes significativos (Tudo sobre Plásticos, 2016, e Grupo Simoldes, 2016).

Um mau desempenho do bico ou sistema de injeção tem forte impacto na qualidade do produto final, condicionando a produção. Desta forma, deverá ser dos primeiros componentes a ser estudado e encomendado para a realização do molde (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016). No estudo da injeção com auxílio do estudo reológico, visto que este fornece dados essenciais ao bom funcionamento do sistema, como o diâmetro dos bicos e dos pontos de injeção na peça, tem-se que assegurar que se evitam os seguintes problemas (Grupo Simoldes, 2016):

- Solidificação prematura;
- Escorrimento para o exterior;
- Ocorrência de oxidação.

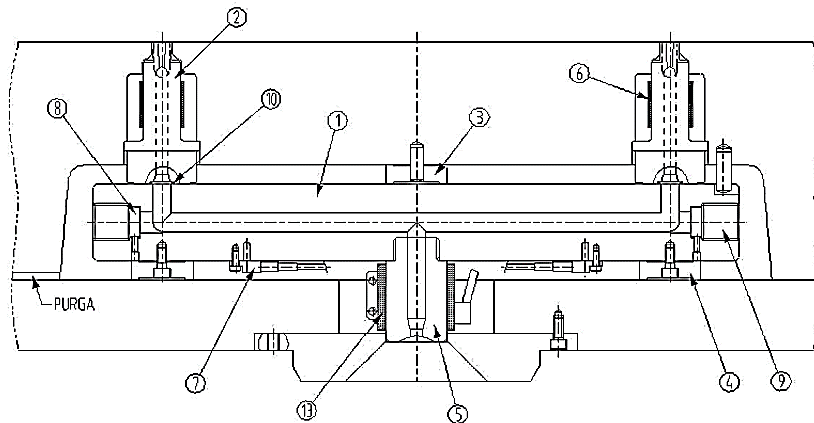


Figura 6 - Sistema de injeção com dois bicos injetores (Grupo Simoldes, 2016)

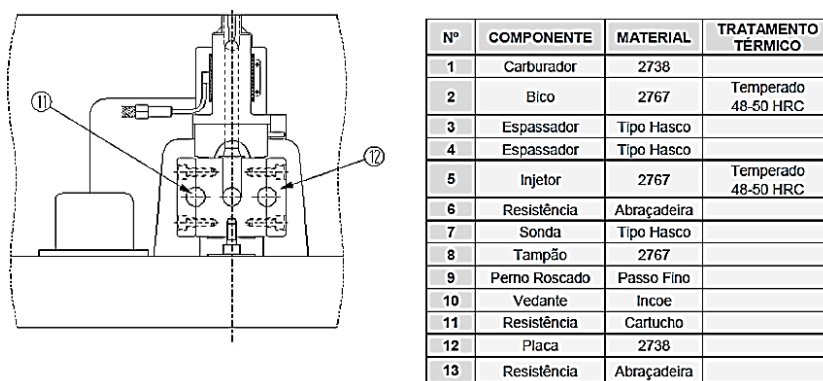


Figura 7 - Sistema de injeção com dois bicos injetores / Referência / Construção (Grupo Simoldes, 2016)

Como mostra a Figura 6, componente 5 (Figura 7), o raio do injetor terá de ser superior ao do fuso (garantir total vedação). Tomando um exemplo, o raio do injetor com 20 mm está ótimo para um fuso de raio de 19 mm (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

Contudo, na indústria automóvel, nos dias de hoje, existem dois grandes grupos de bicos de injeção (Grupo Simoldes, 2016), os quais são usados frequentemente. Estes dividem-se em:

- Bicos abertos – Um bico, ou um sistema de injeção com mais bicos, em que têm a particularidade de injetarem o material em simultâneo, possuem todos o mesmo funcionamento e o mesmo fluxo de enchimento. São de construção simples e minimizam a obstrução do fluxo e o aparecimento de pontos de retenção (Xu, 2011). Apenas dois fatores podem fazer variar o fluxo neste tipo de bicos, quando constituído por mais de um bico: o fator temperatura, visto que um bico mais aquecido que outro fará fluir mais material fundido para o interior da cavidade, e o fator onde os diâmetros dos canais são diferentes. Este tipo de bicos são abundantemente usados quando a injeção é direta ao canal ou às peças, ou ainda quando as peças têm o mesmo volume, como por exemplo peças espelho (esquerda mais direita - Figura 8), (Grupo Simoldes, 2016).

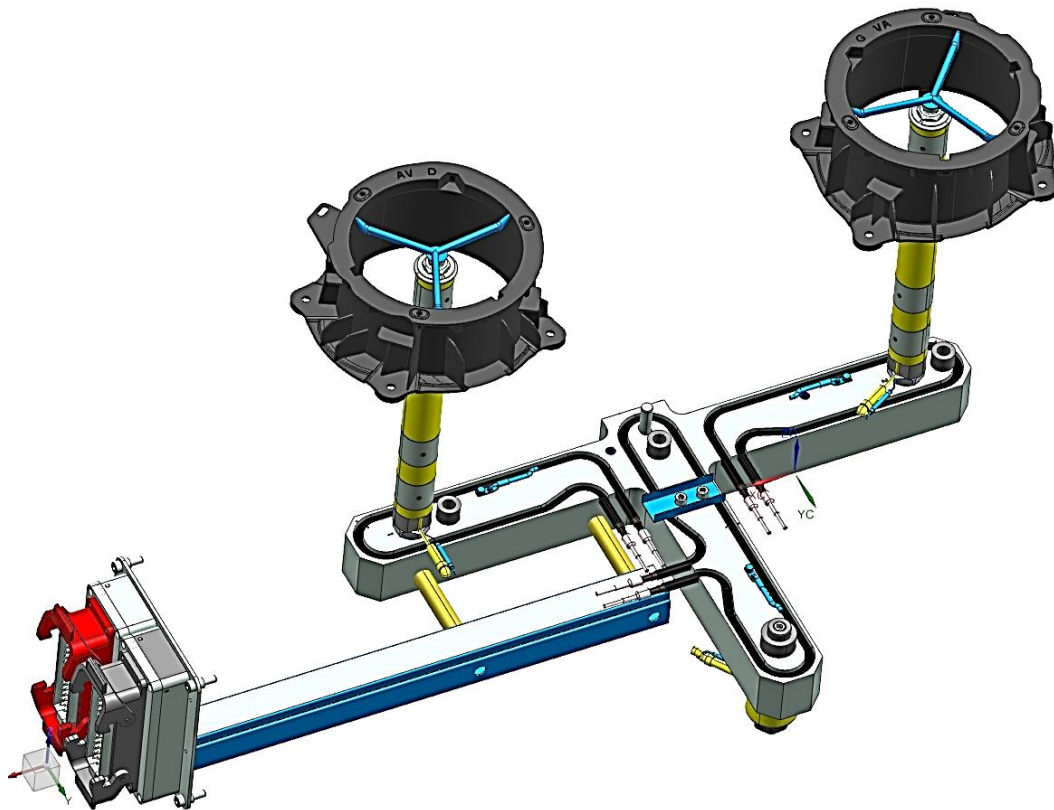


Figura 8 - Sistema de injeção com bicos abertos e respectivas peças (PPGF30)

- Bicos valvulados – Sistemas constituídos por um ou mais bicos, em que existe a possibilidade dos bicos estarem abertos ou fechados, com a hipótese de serem valvulados e sequenciais. Desta forma, como o nome indica, o enchimento é executado de feição sequencial, os bicos abrem e fecham conforme a homogeneidade do preenchimento da(s) cavidade(s) (Xu, 2011), o que implica um estudo rigoroso do enchimento (estudo *moldflow*[®], estudo reológico). Cada bico valvulado, por norma é dependente de uma eletroválvula, que “informa” o bico quando deverá abrir ou fechar, logo, se o sistema valvulado tiver seis bicos injetores, terá seis eletroválvulas (Figura 9) (Campo, 2006). Contudo, esta norma não é imperativa, pelo que se se pretender, por exemplo, seis bicos com três eletroválvulas, será exequível, conectando uma eletroválvula por cada dois bicos. No entanto, cada par de bicos terá a mesma funcionalidade, já que a informação parte da mesma eletroválvula. Este último exemplo padece de ocasiões especiais, pois o fornecedor, por norma, constrói uma por cada bico (Grupo Simoldes, 2016).

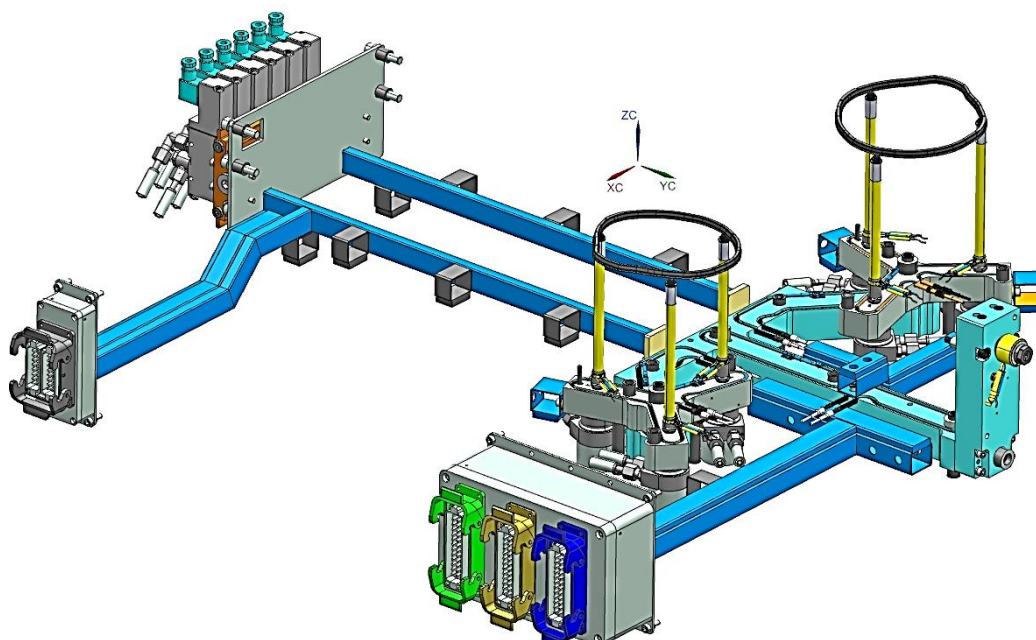


Figura 9 - Sistema de injeção com seis bicos valvulados, seis eletroválvulas e respetivas peças (EPDM) (Synventive, 2017)

No caso da Figura 9, verifica-se um sistema de injeção valvulado sequencial com seis eletroválvulas (azul claro no topo da Figura 9). Aqui, tem-se a injeção de um elastómero, que por si só já implica o uso deste tipo de sistema, visto que o elastómero, quando fundido, possui baixa viscosidade, logo existe a facilidade de escorrimentos para o exterior, o que poderá provocar danos no próprio molde (Xu, 2011).

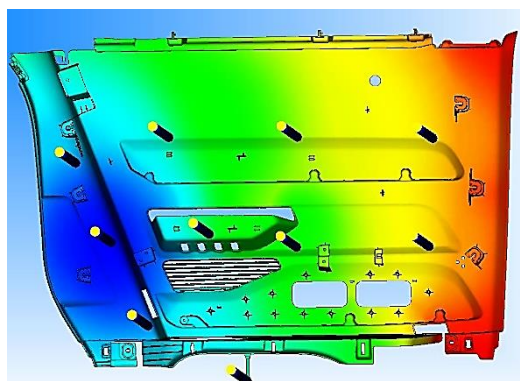


Figura 10 – Moldflow® do enchimento sequencial de um painel de porta (Estudo feito na IGM, 2016)

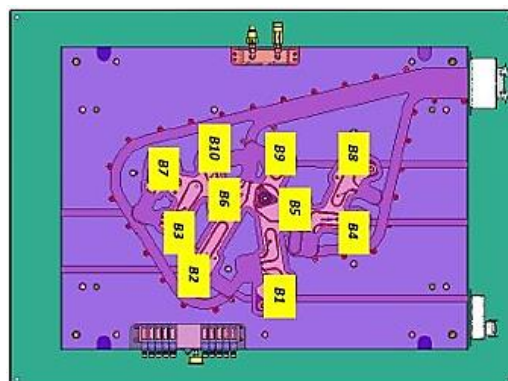


Figura 11 - Sequência de enchimento entre os dez bicos valvulados do painel de porta (DT IGM, 2016)

As figuras acima (Figura 10 e Figura 11) mostram a sequência de enchimento da cavidade, isto é, a abertura e fecho dos bicos consoante a entrada do fluxo de material fundido. Neste caso, é importante o uso de bicos valvulados, visto que o recuo do fuso pode levar à inclusão de ar no interior do material fundido, o que provocará vazios na

peça. De referir ainda que este tipo de bicos evita o arrefecimento localizado, logo, evita-se o surgimento de gotas frias que causam marcas nas peças (Xu, 2011).

2.2.2 Pressão de injeção e da cavidade do molde

À medida que o parafuso avança (Figura 12), a pressão interna do molde, torna-se menor do que a pressão de injeção, condicionada pelas perdas de fluxo durante a injeção, que dependem da viscosidade da massa fundida, da velocidade de injeção e da geometria do percurso de fluxo (Goodship, 2004).

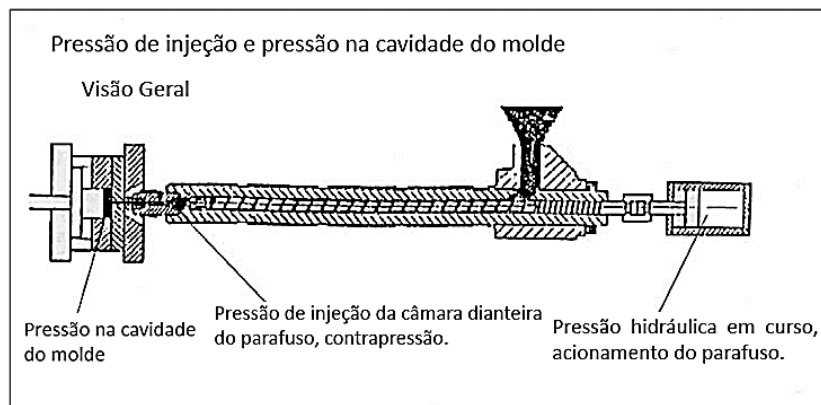


Figura 12 - Localizações de pressão na moldagem por injeção (Goodship, 2004)

Durante cada ciclo de injeção, a variação da pressão é notável, a Figura 13 e Figura 14 comprovam que até à fase de compressão, inclusive, a pressão aumenta de forma célere, atingindo o pico de pressão na cavidade do molde. Posteriormente, a pressão diminui progressivamente, ampliando a velocidade de descida na fase da contração da moldação (Goodship, 2004).

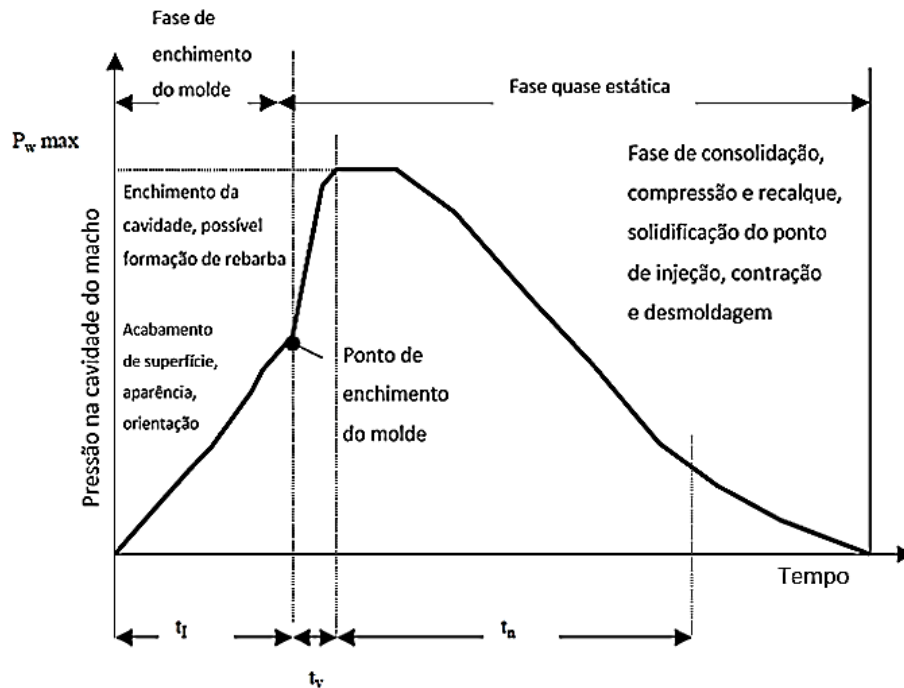


Figura 13 - Correlação entre as características de qualidade e o perfil de pressão na moldagem (Goodship, 2004)

- $P_w \text{ max}$ - Pressão máxima da cavidade [Pa];
- t_i - Tempo de injeção [s];
- t_v - Tempo de consolidação / compressão do material [s];
- t_n - Tempo de pressão de retenção [s].

Ainda, como pode ser analisado a partir do Figura 14, a pressão interna do molde segue a pressão de injeção. Em A, a cavidade é preenchida volumetricamente, e entre A e B, o material injetado é convenientemente moldado devido à compressão. A pressão interna máxima do molde, em B, é apenas alcançada algum tempo após a pressão de injeção. Mesmo se a pressão de injeção permanecer a mesma, a pressão interna do molde cai ligeiramente, com a contração do material (recalque, contração), até ao ponto de cura, C. A partir deste ponto a pressão cai mais rapidamente, porque depois do ponto C, nenhum material injetado, pode ser empurrado para trás, logo, surge a pressão residual, quando o molde é aberto, em E (Goodship, 2004).

A pressão de recalque é uma das fases mais importantes na moldagem por injeção, sendo aplicada para suportar o retorno do material que já se encontra na cavidade do molde. Esta é a fase, que mais interfere nos atributos finais do produto, sendo a mais usada como recurso de compensação das contrações volumétricas do mesmo.

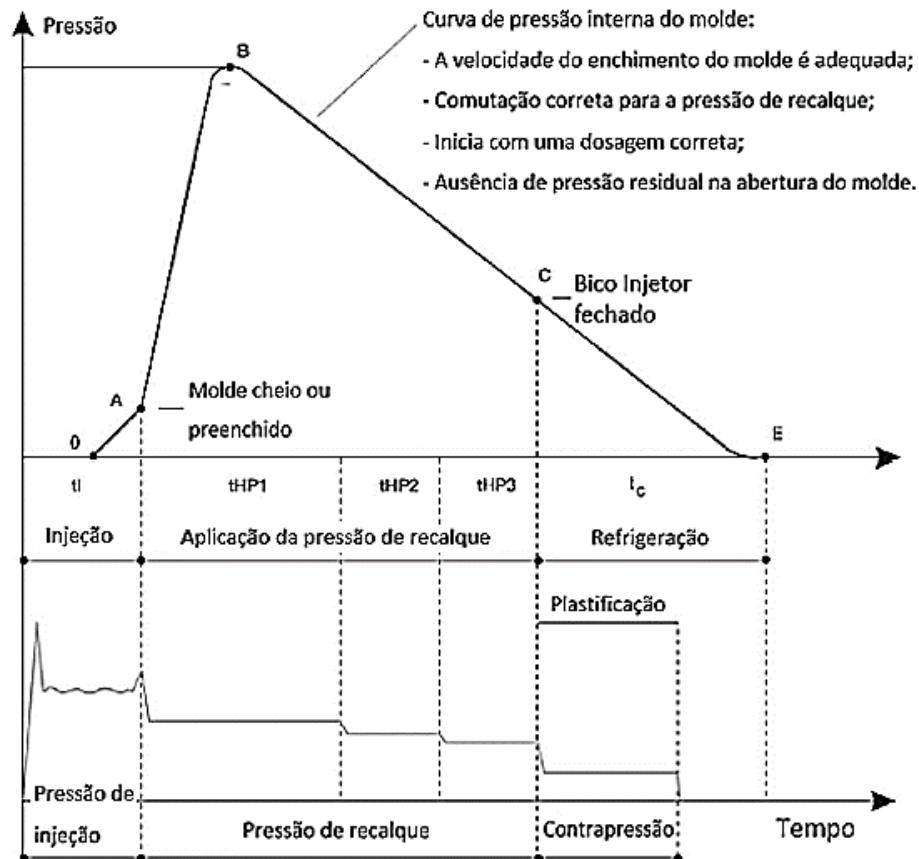


Figura 14 - Curva de pressão da cavidade do molde em relação às pressões de moldagem por injeção (Goodship, 2004)

Na Figura 14 pode-se observar o seguinte:

- 0-A - Obtém-se o enchimento, ou mais corretamente, aparece a fase de enchimento dinâmico, porque, embora a solidificação comece a ocorrer, o material é pressionado para baixo na cavidade até o ponto de cura, C;
- A-E - Fase quase-estática, o molde é preenchido volumetricamente. Os movimentos de fluxo do composto (material) ocorrem apenas transitoriamente até à compactação em B, posteriormente existe um equilíbrio na contração durante a solidificação, até C;
- A-B - Fase de compressão;
- B-C - Fase de recalque;
- C-E - Fase de moldagem (arrefecimento até à temperatura na qual as peças são extraídas do molde)
- tHP – Tempo de pressão hidráulica;
- t_c - Tempo de refrigeração.

2.2.3 Vantagens e limitações do processo de moldação por injeção

Todos os processos de fabrico acarretam vantagens e limitações: a moldação por injeção não foge à regra. Poder-se-á verificar de seguida, o referido anteriormente, segundo (Smith, 1998):

Vantagens

- Produção de peças com elevada taxa de eficiência;
- Produção de peças com geometrias complexas e de grandes volumes;
- Nas empresas mais evoluídas, o processo já é automatizado (possibilidade de automatizar);
- Mão-de-obra tem custo reduzido comparativamente ao retorno financeiro;
- As peças são obtidas com bom acabamento superficial, assim, a necessidade de acabamento é praticamente nula;
- Obtenção de peças com insertos metálicos;
- Possibilidade de obtenção de peças com materiais distintos (termoplásticos com elastómeros).

Limitações

- A enorme concorrência, por vezes, faz com que a margem de lucro seja diminuta;
- A grande maioria dos componentes inerentes à construção dos moldes têm custos elevados;
- A qualidade das peças está associada a um controlo rigoroso do processo;
- Custo da máquina de injeção (custo/hora) é elevado, portanto, existe a necessidade de grandes produções de peças, o que implica reduzir ao máximo o ciclo de injeção, sem que exista interferência na qualidade das peças.

2.2.4 Tipos e funções de moldes de injeção de plásticos

Pode-se referir que, no mercado corrente, são comuns os seguintes tipos de moldes:

- Moldes de duas placas;
- Moldes de três placas ou moldes com pré-abertura;
- Moldes *Sandwich*;
- Moldes Rotativos para bi-matéria.

Um molde de injeção é uma ferramenta que tem como função o processamento de materiais poliméricos, com o objetivo de serem concebidos produtos de qualidade, associado a elevadas cadências produtivas. Garante-se o preenchimento da cavidade

pelo material fundido em condições controladas (Campo, 2006). Destacam-se as seguintes funções (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Preenchimento da cavidade;
- Qualidade ao nível dimensional;
- Qualidade na estrutura das peças;
- Controlo da temperatura do material fundido;
- Injeção do material no interior do molde;
- Extração da peça injetada.

São vários os sistemas e mecanismos que asseguram essas e outras funções, algumas das quais, acima descritas:

- A componente estrutural;
- Ferramenta de fixação do molde na máquina de injeção;
- A extração;
- A injeção do material;
- O arrefecimento;
- O guiamento e centramento entre as metades móvel e fixa.

2.2.4.1 Moldes mais usuais na indústria automóvel

Moldes de duas placas

A Figura 15 mostra o chamado molde de duas placas, o qual se apresenta como um molde de desenvolvimento acessível. Este é o nome comum para um molde de injeção de termoplásticos, com uma única linha de separação (junta), em que as duas metades abrem segundo o seu eixo de desmoldagem. O lado da cavidade é constituído pelos elementos de A, ou seja, cavidade, anilha de centragem, injetor, entre outros, constituindo o lado fixo do molde. O lado do macho é constituído pelos elementos de B, ou seja, macho, placa intermédia, calços, placas de extração, entre outros, constituindo o lado móvel do molde. Neste tipo de moldes, o material entra nas cavidades, diretamente pelo injetor ou através de um sistema de injeção, o que permite a entrada do material fundido em vários pontos da peça, possibilitando um melhor enchimento. O lado móvel possui o sistema para a extração, existindo uma ou outra exceção, como o caso da injeção em moldes que suportam tecido. Este sistema de extração pode ser atuado por um sistema hidráulico da máquina ou através de um sistema hidráulico independente, pertencente ao molde (mais comum), contudo, alimentado pela máquina de injeção. De entre os tipos de moldes de injeção usuais, estes são os que apresentam o custo mais baixo, devido à sua menor complexidade/funcionalidade (Campo, 2006, e Drobny, 2007).

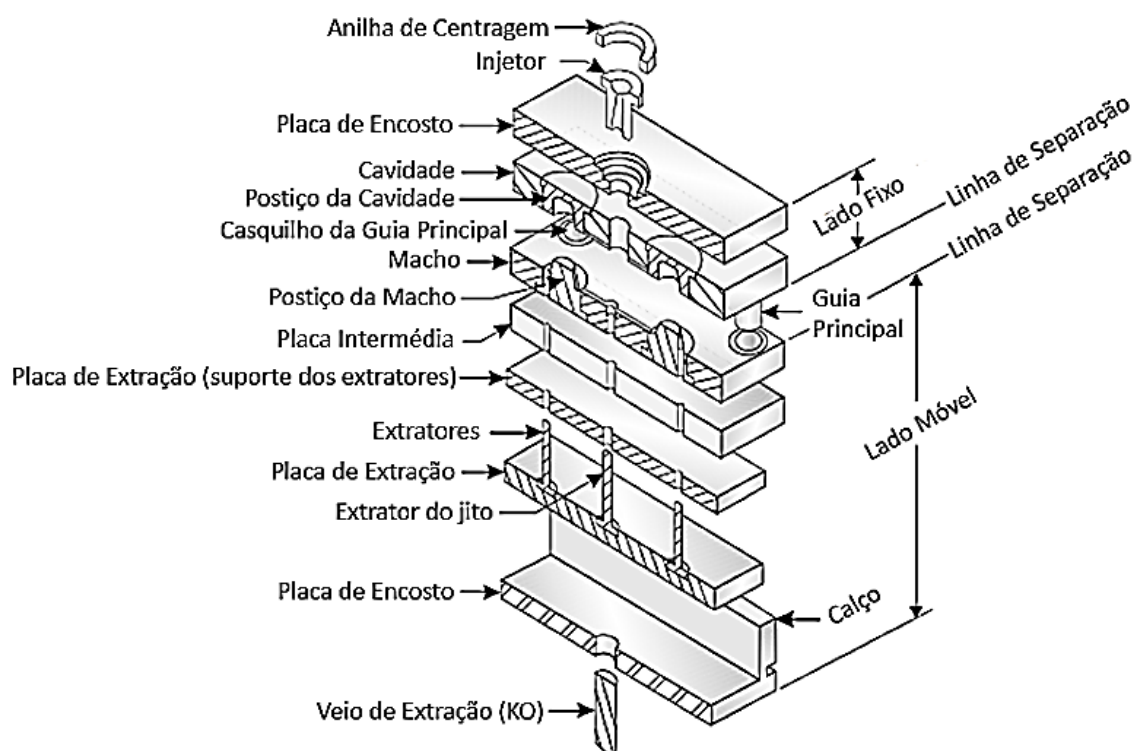
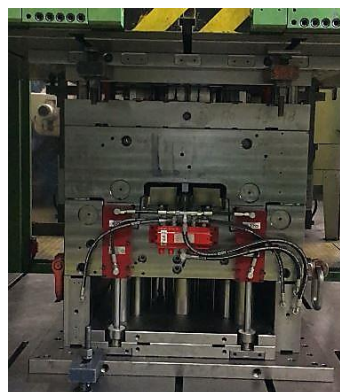
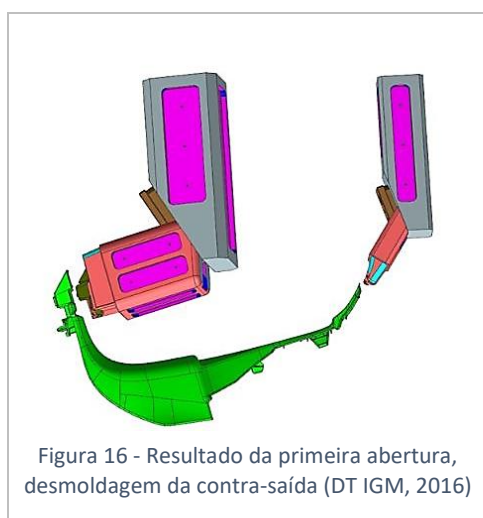


Figura 15 - Molde de duas placas - secção transversal (Campo, 2006)

Moldes de três placas ou com pré-abertura

Os moldes de três placas têm duas aberturas, com uma função preponderante da primeira abertura, a qual fará desmoldar uma ou mais partes da peça, que esteja em contra saída, através de movimentos submarinos (Figura 16), (Grupo Simoldes, 2016). Estes são acionados pela pré-abertura (Figura 17), que é originada por molas, e interrompida por limitadores de curso (Figura 18). Após esta fase, surge a abertura do molde. Já o mecanismo mecânico de segurança é desativado no fim do curso da pré-abertura (Figura 19). Posteriormente, tem-se a extração da(s) peça(s) (Campo, 2006).



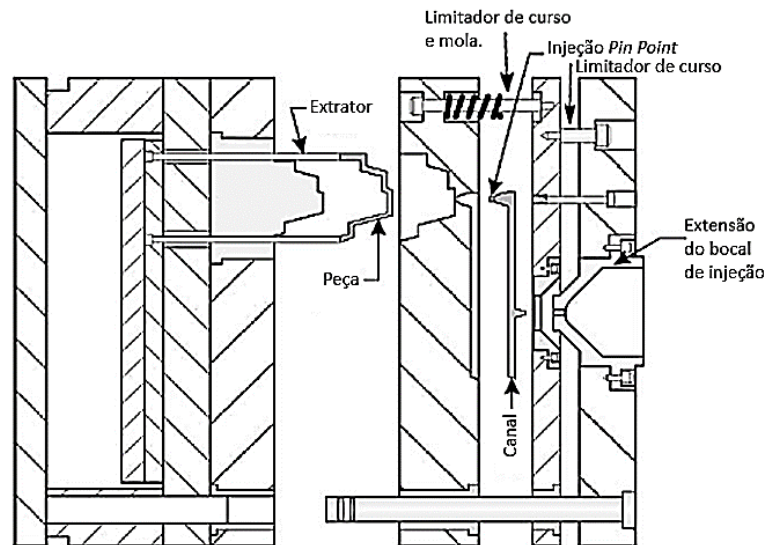


Figura 18 - Molde de três placas ou pré-abertura (Campo, 2006)

As três placas são designadas como macho, cavidade e flutuante ou intermédia. Na abertura do molde, independentemente da injeção se situar do lado do macho ou da cavidade, ocorre a separação entre a peça e o gito, dando-se seguidamente a extração da(s) peça(s), como referido anteriormente. Estes moldes são utilizados em situações de múltiplos pontos de injeção, além de fazer a própria separação dos canais de enchimento da peça (Figura 18). Contudo, são moldes mais complexos, verificando-se algumas desvantagens, como terem a possibilidade de um elevado desperdício de material nos gitos, maior custo de desenvolvimento, manutenção e montagem, quando comparado com moldes simples de duas placas. Estes moldes não são indicados para peças de grandes dimensões, pois acresce o seu peso total e necessitam de um maior curso de abertura. Todavia, atualmente, já não é uma dificuldade devido ao leque de máquinas de injeção das grandes empresas, assim como, ao seu poder financeiro (Drobny, 2007).

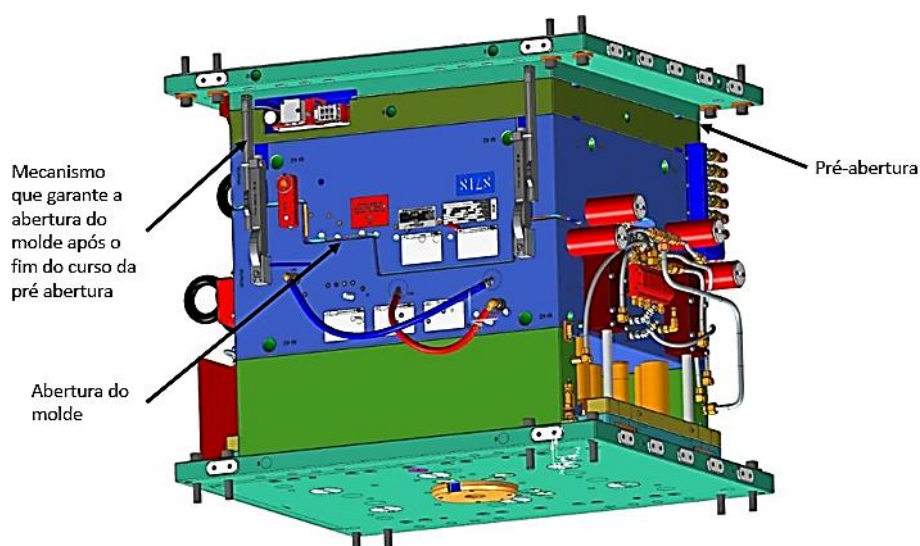


Figura 19 - Molde com pré-abertura projetado na IGM (DT IGM, 2016)

Moldes *Sandwich*

Estes moldes permitem duplicar o número de peças a moldar, utilizando a mesma força de fecho da máquina de injeção (Figura 20). A abertura do molde *sandwich* faz-se com auxílio da abertura da máquina de injeção. O conjunto das cavidades (A) fica a meio do conjunto dos machos (B), resultado da aplicação do sistema de cremalheiras.

Durante a abertura e fecho do molde, deve-se ter em atenção que o conjunto de cavidades não saia do guiamento. Para isso, deve-se prever a utilização de barras de apoio no próprio molde ou nas colunas da máquina. A extração deve ser feita através do movimento de abertura da máquina utilizando tirantes (C) (Xu, 2011).

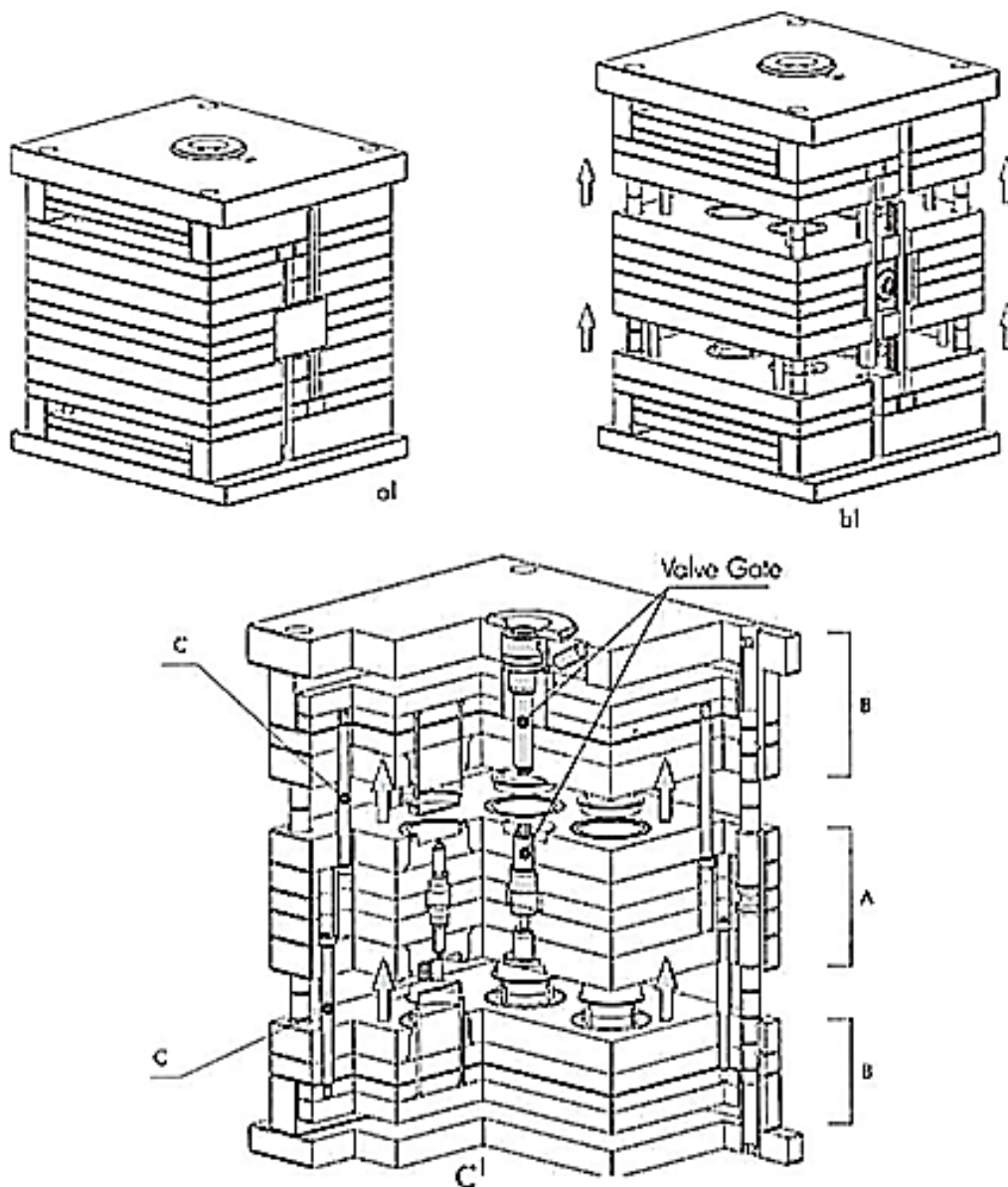


Figura 20 - Molde tipo *Sandwich* - a) Molde Fechado; b) Abertura do Molde; c) Abertura e corte do Molde (CENTIMFE, 2003)

Acionamentos

Para que com a abertura da máquina a parte que suporta as cavidades fique a meio, os acionamentos podem ser efetuados através de:

- Cremalheira e roda dentada (Figura 20);
- Fusos e porcas helicoidais;
- Hidráulica;
- Alavancas;
- Tirantes.

O acionamento mais comum é através de cremalheira e roda dentada. Os sistemas de acionamento devem ser fortes e ajustados às dimensões do molde e à sua complexidade.

Movimentos

O movimento para a extração das moldações pode ser efetuado através de:

- Tirantes, que corresponde ao exemplo apresentado (Figura 20), apesar de ser pouco habitual;
- Hidráulicos, que é o mais utilizado;
- Braços ligados a sistemas de alavancas.

Moldes Rotativos para peças bi-matéria

O molde de injeção bi-matéria é um tipo de molde que é projetado de forma a que esteja apto à moldação de dois ou mais materiais, podendo ser diferentes (compatíveis ou não) ou o mesmo material, mas com cores diferentes. A moldação bi-matéria pode ser efetuada através dos seguintes processos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Transferindo as moldações de uma máquina para a outra através de robôs;
- Transferindo as moldações da primeira posição de injeção para a segunda posição, no mesmo molde, através de robôs;
- **Por rotação incorporada no molde ou no prato da máquina, que tem duas ou mais unidades de injeção, muito usual em junção de plástico com elastómero. Este é o processo mais atual na indústria automóvel.**

Os processos indicados são escolhidos de acordo com os seguintes fatores:

- Economia;
- Produtividade;
- Tipo de produto;
- Equipamento disponível.

A Figura 21 apresenta um exemplo de um molde para injeção bi-matéria baseado no processo de rotação no prato da máquina.

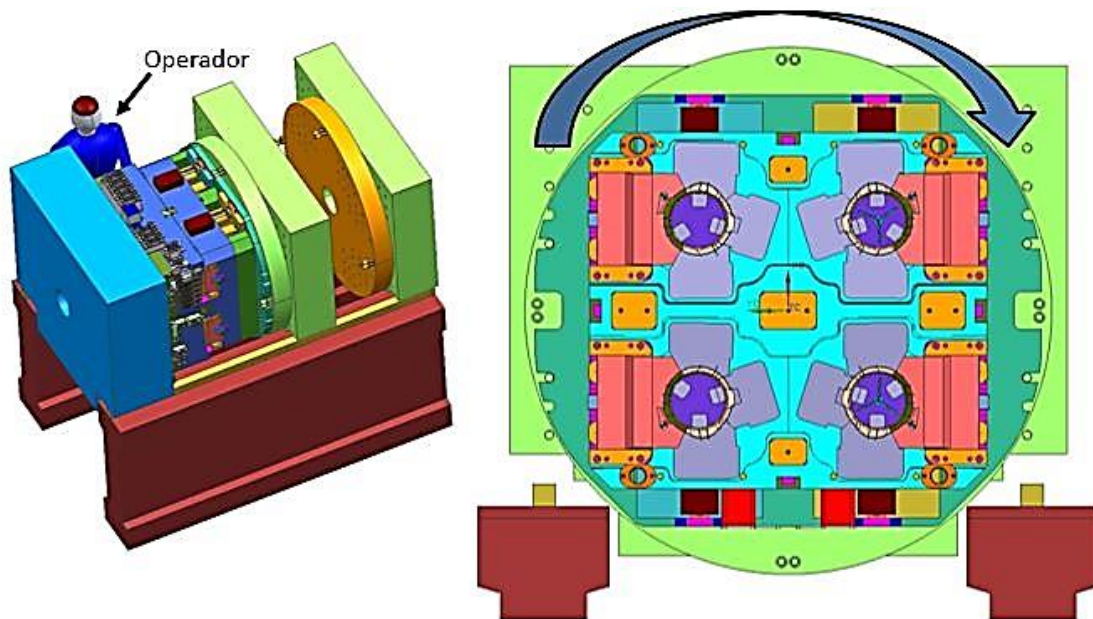


Figura 21 - Molde rotativo para injeção bi-matéria projetado na IGM (DT IGM, 2016)

Como se pode verificar na Figura 21, o lado móvel que é o lado rotativo não pode exceder o prato da máquina, logo verifica-se que a placa traseira é arredondada.

O funcionamento do molde bi-matéria pode ser descrito através dos seguintes passos, considerando o molde da Figura 21 (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Injeta-se primeiro o material plástico, com a injetora no semiautomático, ou seja, injeta-se primeiro as duas cavidades (apenas na primeira injeção);
- Posteriormente, a injetora é alterada para automático, injetando assim as quatro cavidades em simultâneo (injeção de PP e EPDM);
- Dá-se a abertura do molde, todos os movimentos desmoldam da peça, o prato rotativo através da ação de um cilindro hidráulico, cremalheira e roda dentada, roda 180°;
- Dá-se a extração no lado do operador, onde a peça está completa com o PP e o EPDM, a extração contrária não atua porque possui apenas o PP;
- Aciona-se o recuo da extração através do sistema da máquina e fecha-se o molde. Durante o fecho, todos os movimentos voltam às suas posições originais mecanicamente;
- Simultaneamente, injetam-se com os dois sistemas de injeção (PP e EPDM);
- Dá-se a abertura do molde, o prato rotativo roda 180°;
- A peça que continha apenas o PP já possui o EPDM e está do lado do operador, logo, dá-se a extração da mesma;
- É um ciclo repetido, as peças completas estarão sempre no lado do operador;

- Da última injeção aproveitam-se duas peças completas, enquanto as outras duas são para sucata ou reciclar, já que irão ficar sem o EPDM, ou então, tem-se a alternativa de na última injeção a máquina atuar no semiautomático e injetar apenas o EPDM, evitando assim o desperdício.

Outros tipos de moldes poderiam ser descritos. Por opção, apenas se apresentam aqueles que se consideram como principais, para o trabalho desenvolvido.

2.2.5 Estrutura dos moldes

A estrutura de um molde é constituída por peças de aço e acessórios indispensáveis ao seu bom funcionamento. A estrutura pode variar de molde para molde, dependendo do seu tipo, assim como os mecanismos que este implica (Grupo Simoldes, 2016).

Todos os elementos constituintes de um molde têm um número de referência, o qual pode variar de empresa para empresa. Pode-se ver na Tabela 4 a numeração utilizada no Grupo Simoldes.

Tabela 4 – Estrutura Principal

Numeração	Designação
1, 1-1, ...	Placa de Encosto Lado Injeção
2, 2-1, ...	Porta-Cavidades
3, 3-1, ...	Porta-Machos
4, 4-1, ...	Placa Intermédia da Estrutura
5 a 10, 10-1, ...	Calço
11 a 13, 13-1, ...	Placa de Extração
14 a 16, 16-1, ...	Placa de Extração (suporte dos extratores)
17, 17-1, ...	Placa de Encosto Lado Extração
18, 18-1, ...	Placa de Alojamento do Sistema de Injeção
19 a 22, 22A, ...	Apoio
23 a 25, 25A, ...	Guia Principal
26 a 28, 28A, ...	Casquilho da Guia Principal
29 a 32	Guia Prismática
33 a 36, 36A, ...	Corrediça da Guia Prismática
37 a 40, 40A, ...	Anilha de Centragem
41 a 44, 44A, ...	Pés do Molde

45 a 46, 46A, ...	Travamento da Cavidade (<i>interlocks</i>)
47 a 48, 48A, ...	Travamento do Macho (<i>interlocks</i>)
49 a 62, 62A, ...	Placa de Ajustamento do Molde
63 a 69, 69A, ...	Casquilho
70 a 84, 84A, ...	Placa de Isolamento
85 a 89, 89A, ...	Placa de Pressão
90	Rolamento
91 a 94, 94A, ...	Suporte do Rolamento
95 a 96, 96-1, ...	Placa Aperto Rápido (Máquina Injeção)
99, 99A, ...	Outros Elementos de Estrutura

Além dos elementos da estrutura, existe uma gama elevada de outros componentes, desde parafusos a movimentos de todos os tipos, tudo referenciado como o exemplo da Tabela 4.

Desta forma, são usadas as seguintes uniformizações (Grupo Simoldes, 2016):

- Todos os elementos de gravação são identificados com o número do componente, a referência do material e o número do molde a que dizem respeito;
- No desenho do molde, cada componente da estrutura ou acessório são referenciados através de uma linha de chamada com o respetivo número, inscrito dentro de um círculo, nos casos em que o cliente exija o desenho 2D;
- Todos os desenhos do molde incluem uma lista de material onde constam todos os componentes do molde;
- No caso de referências com códigos insuficientes para o número de componentes existentes, o projetista usa o alfabeto para as distinguir.

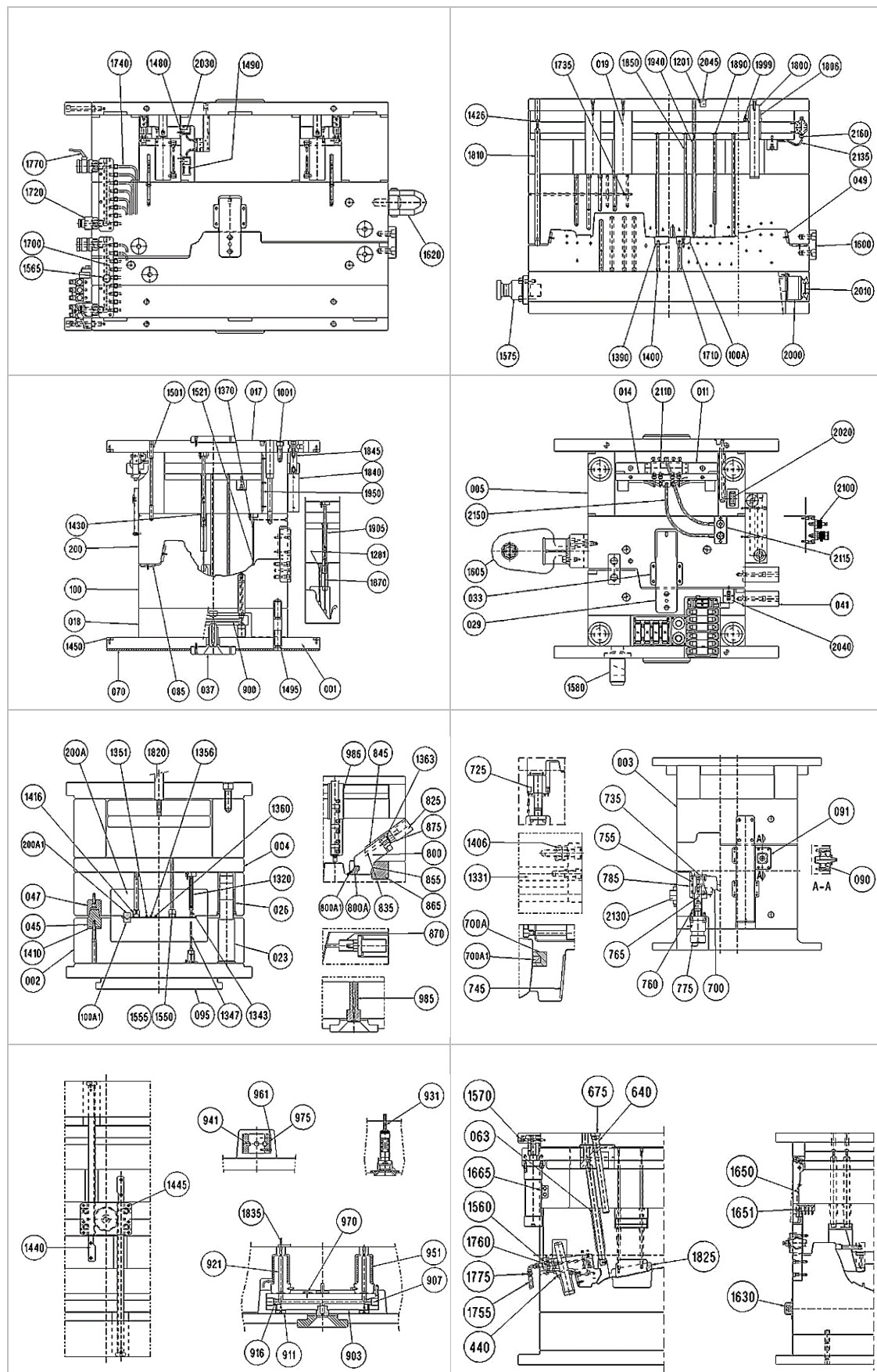
Contudo, caso existam mais postigos num componente, a regra para a sua designação/numeração deverá ser como o exemplo seguinte (Grupo Simoldes, 2016):

- Para um postigo do postigo da cavidade (**100A1**) que tenha 2 postigos, ficam numerados **100A1A**, **100A1B**, etc.
- Caso o postigo **100A1B** tenha outros dois postigos fica: **100A1B1**, **100A1B2**, etc.

Logo, executa-se assim sucessivamente, alterando entre números e letras.

Esta sucessão de números e letras é válida também para outros componentes (macho, movimentos, levantadores, entre outros).

Para componentes esquerdos e direitos, devem ser atribuídos números de componente diferentes. Na Figura 22 pode-se verificar um molde estruturado com todos os componentes identificados.



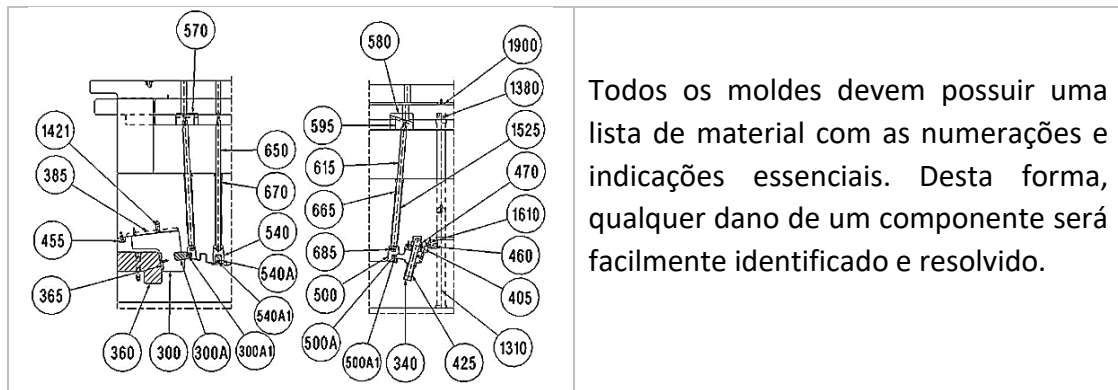


Figura 22 - Desenho 2D de um molde completamente estruturado e referenciado (Grupo Simoldes, 2016)

Na estrutura principal do molde, tem-se os elementos fundamentais que constituem a estrutura típica de qualquer molde, os componentes base que desempenham uma função (Cruz, 2002):

- Anilha de centragem do lado fixo – tem a função de centrar o molde no prato fixo da máquina de injeção;
- Placas de encosto (uma no lado fixo, outra no móvel) – têm como função garantir a fixação à máquina de injeção, independentemente do tipo de fixação. Têm também de suportar a(s) anilha(s) de centragem, assim como placas de isolamento, quando necessário;
- Calços – têm a função de criar o vão necessário para a extração da(s) peça(s), suportar circuitos de óleo quando necessário, garantir a boa fixação (parafusos) e centramento por cavilhas entre as placas que os suportam. Exercem também a função de apoio nas laterais do molde, permitindo assim que só se use apoios (normalmente redondos), bem distribuídos pelo molde, nas zonas mais centrais, zonas que obrigam a suportar a pressão da injeção.
- Placas de extração – nos moldes usam-se uma, duas ou mais, dependendo do tipo de molde, mais concretamente do tipo de peça, podendo haver a necessidade de dupla extração. Têm como função fazer avançar os componentes que desmoldam e extraem a peça, além de os alojar como por exemplo: os levantadores, extratores, extratores tubulares, alongas, entre outros.
- Placa da cavidade – têm como função alojar todos os componentes moldantes (os que pertencem ao lado da cavidade), guias do molde, cilíndricas ou prismáticas e outros componentes. Normalmente, é na cavidade que se situa a parte visível da peça.
- Placa do macho – têm como função alojar todos os componentes moldantes (os que pertencem ao lado do macho), placas de pressão, casquilhos ou corrediças das guias e outros componentes. Normalmente, é no macho que se situa a parte não visível da peça.

A construção do molde deve seguir sempre que possível a Figura 23 a), com as placas de encosto salientes. Nos casos em que tal não se possa respeitar, seguir a Figura 23 b). Deve-se ter em conta que:

- O molde deverá estar livre de qualquer aresta viva nas áreas exteriores à gravação;
- As áreas de aperto do molde (rasgos, orelhas de fixação) deverão estar livres de qualquer obstrução – entradas / saídas refrigeração, óleo, fichas elétricas, entre outros;
- Sempre que possível, utilizar rasgos na placa de extração em vez dos usuais botões de encosto.

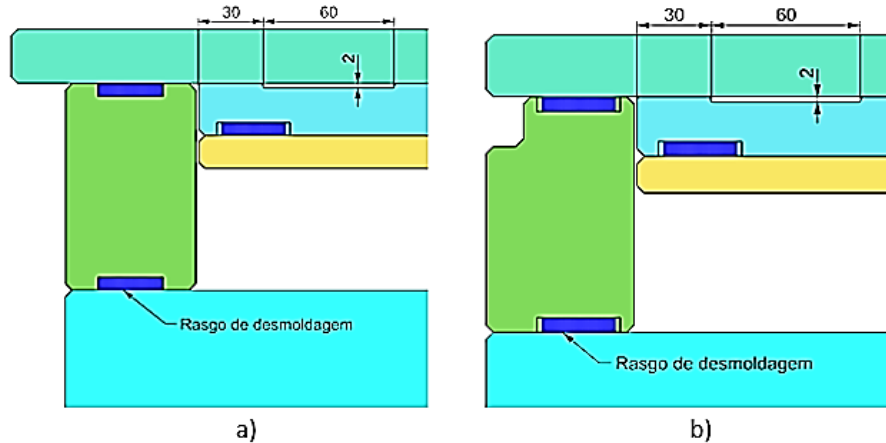


Figura 23 - a) e b) construção da estrutura do molde (Grupo Simoldes, 2016)

As placas do molde deverão ter rasgos para desmontagem (Tabela 5), sendo as cotas mínimas destes de acordo com (Grupo Simoldes, 2016):

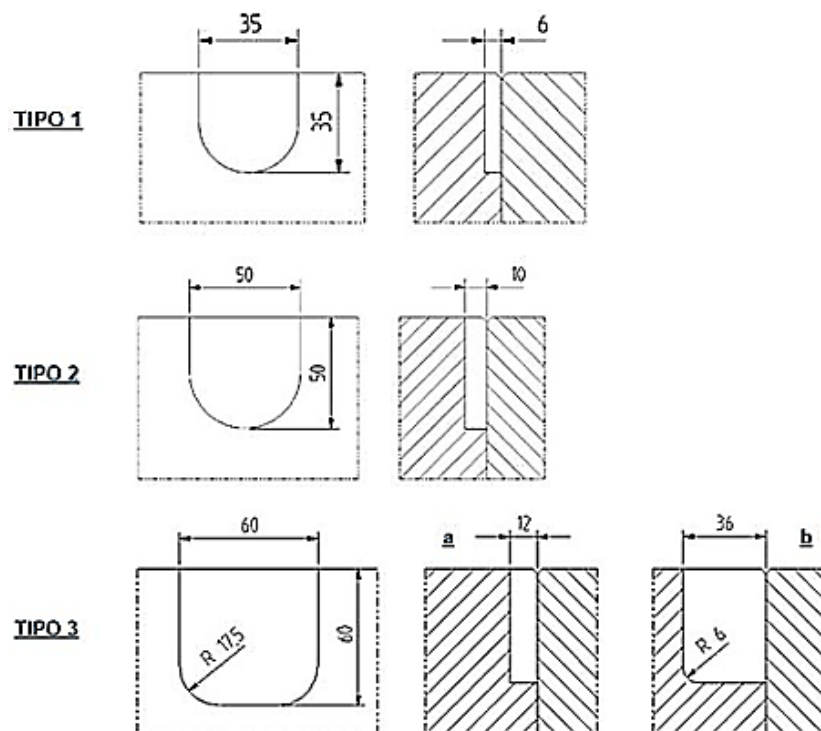


Figura 24 - Rasgos para desmontagem (Grupo Simoldes, 2016)

Tabela 5 - Dimensões de rasgos para desmontagem (Grupo Simoldes, 2016)

Máquina	Na Junta	
	(no caso de as placas de pressão serem embutidas)	Entre placas
< 500 T	Tipo 1	Tipo 1
500 T a 1000 T	Tipo 2	Tipo 1
> 1000 T a 2000 T	Tipo 2	Tipo 2
> 2000 T	Tipo 3a	Tipo 2
> 2000 T	Tipo 3b (Em pára-choques e painéis de instrumentos para permitir usar o macaco hidráulico)	Tipo 2

O molde deve ser pintado de acordo com a Tabela 6, exceto se o cliente pretender e informar o contrário:

Tabela 6 - Pintura normalizada (Grupo Simoldes, 2016)

Designação	Cor	Referência
Molde	Cinza	Ral 7032
Parte Elétrica	Amarelo	Ral 1023
Segurança (Barra de segurança, transporte, pés, sistema de rotação do molde)	Vermelho	Ral 3020
Distribuidores de Água	Preto	Ral 9017

2.2.6 Sistemas de fixação do molde, ferramenta

Os moldes têm diferentes tipos de fixação à máquina, consoante a indicação do cliente e possibilidade de construção. Essas fixações poderão assumir as seguintes configurações (Gingery, 1997; Campo, 2006, e Drobny, 2007):

- Aperto por grampos;
- Aperto por parafusos;

➤ Fixação por pratos magnéticos.

As fixações permitem o acoplamento do molde nas máquinas de injeção de forma eficaz e adequada para um melhor desempenho. Desta forma, cada máquina tem a sua própria forma de fixação, podendo ser adaptável.

Os moldes, quando vão ensaiar, ou seja, tirar as primeiras amostras, é normal ter-se a fixação executada por grampos. O molde ainda não se encontra no seu estado final e, por vezes, tem a especificação de ser fixo por parafusos, contudo, as placas de encosto ainda não têm os furos de passagem.

Nos dias correntes, o mais comum são os moldes serem fixos à máquina de injeção por parafusos (Figura 25), os grampos usam-se pouco e internamente. O futuro caminha para a fixação por aperto magnético, o que já acontece numa das empresas mais recentes do Grupo Simoldes, localizada na República Checa. Este tipo de aperto consiste em dois pratos magnéticos e uma unidade de controlo que permite a magnetização e desmagnetização dos pratos. Este sistema inovador necessita de alguns cuidados de construção. É necessário visualizar perfeitamente o plano da máquina, isto porque, na zona de magnetismo não deverá existir nenhuma interferência, nenhum furo ou rosca, e necessita também de alguns cuidados na limpeza das superfícies do molde e dos pratos magnéticos. Todavia, tem a vantagem de ser possível o seu uso numa grande variedade de moldes, aproveitar todo o espaço disponível do prato da máquina.

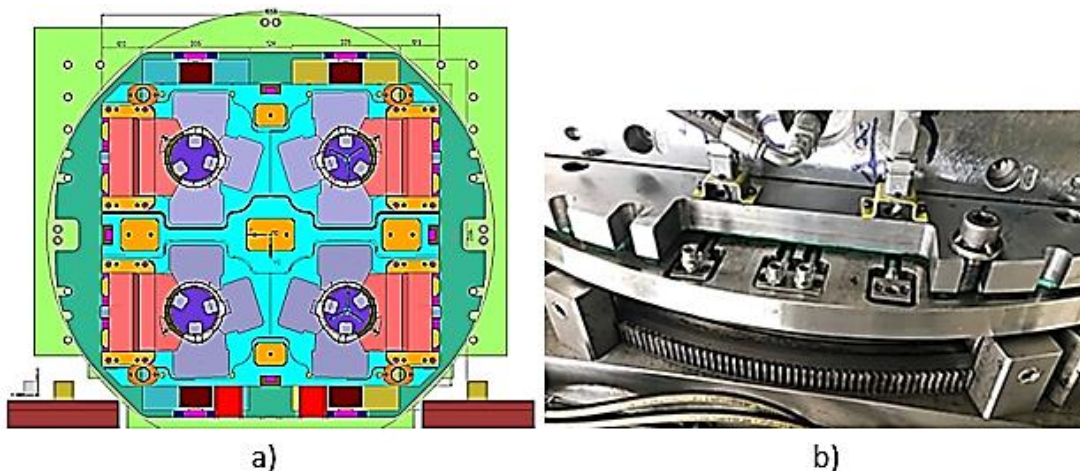


Figura 25 - a) Fixação do molde por parafusos, em projeto; b) Fixação do molde por parafusos, em ensaio

2.2.7 Extração das peças injetadas

Extração é o nome dado ao processo de remoção da peça do molde. Usualmente, aquando da abertura do molde, a peça fica retida no macho. Posteriormente, é acionada a extração que a extrai, seguidamente é retirada por uma mão-presa (robô)

e colocada num tapete de transporte. Contudo, pode também ser retirada manualmente, que é o que acontece nos primeiros ensaios do molde (Drobny, 2007).

Quando o tipo de extração a utilizar não estiver definido na Ficha de Especificações do Molde (FEM), deve-se utilizar extração mecânica para moldes com placas de extração até 800 mm de comprimento, e extração hidráulica para moldes com placas com comprimentos superiores, sendo que, em qualquer dos casos, aquando da aprovação do preliminar, ficará definida a solução a utilizar em função dos vários aspetos a considerar (Grupo Simoldes, 2016). De uma forma ou outra, as placas de extração vão acionar os componentes de extração, desde extratores, levantadores, movimentos à extração a direito ou inclinados e com ou sem duplo veio. A extração estará sustentada em apoios de suporte (Figura 26) que devem estar previstos em quantidade e posição adequadas para garantir uma boa sustentação ao macho durante a injeção, da mesma forma que as placas de extração deverão ser guiadas por guias de extração durante o seu avanço ou recuo. As guias de extração devem penetrar sempre no macho e, devem ser efetuadas tendo em conta que, sempre que seja exigida folga, ou as condições térmicas assim o obriguem, utilizem-se guias com respiga de 1 mm na área de alojamento da placa de extração (Figura 27) (Grupo Simoldes, 2016, e Drobny, 2007).

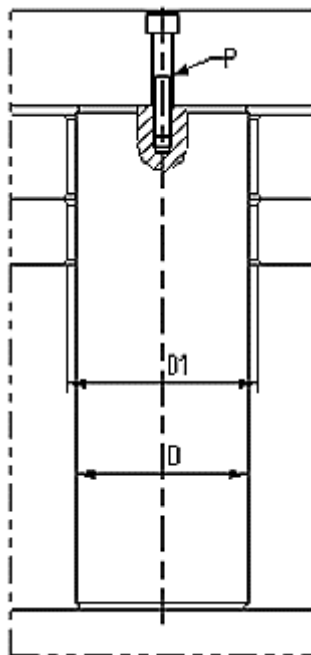


Figura 26 - Apoio de suporte (Grupo Simoldes, 2016)

Onde:

- *P* – Parafuso;
- *D* – Diâmetro;
- *D1* – Folga.

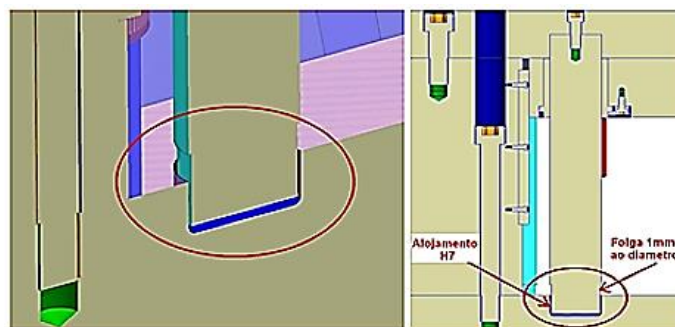


Figura 27 - Posicionamento das guias de extração (Grupo Simoldes, 2016)

Os extratores a utilizar deverão ser de diâmetros *standard*, isto para uma fácil substituição em caso de dano, assim como, o maior possível para evitar marcas na peça. Além disso, deverão estar em quantidade e posicionamento adequados para uma fácil desmoldagem da peça, e se necessário, estar munidos de sistema anti-rotação, por norma, com posição na cabeça do extrator, como se pode verificar na Figura 28 e Tabela 7 (Grupo Simoldes, 2016, e Drobny, 2007).

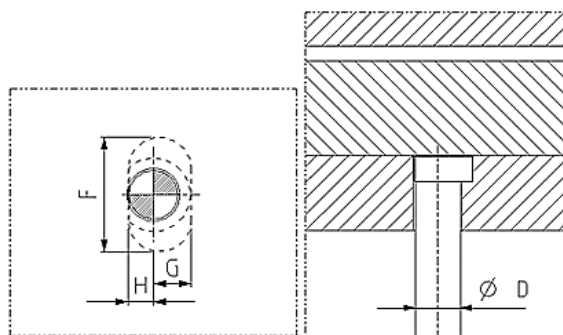


Figura 28 - Extrator com posição (Grupo Simoldes, 2016)

Tabela 7 - Dimensões do extrator e da posição a executar (Grupo Simoldes, 2016)

D	DC	F	G	H
4	8	14	4,05	2,05
5	10	17,5	5,05	2,55
6	12	21	6,05	3,05
8	14	24	7,05	4,05
10	16	27	8,05	5,05
12	18	30	9,05	6,05
14	22	35	11,05	7,05
16	22	35	11,05	8,05
20	26	41	13,05	10,05

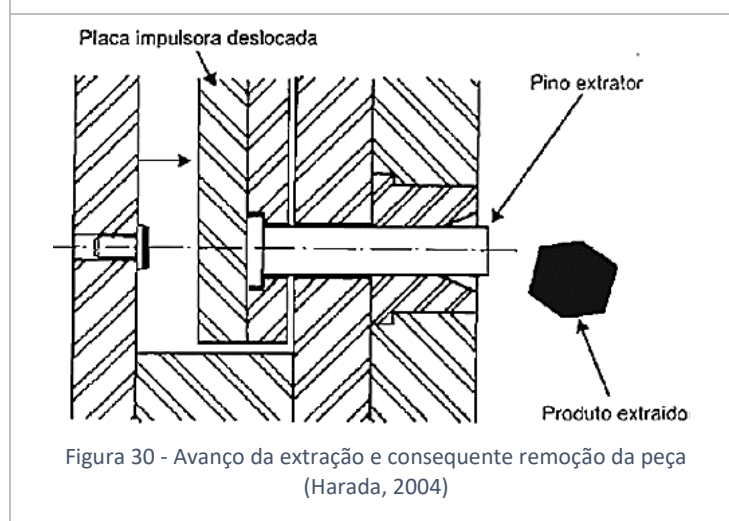
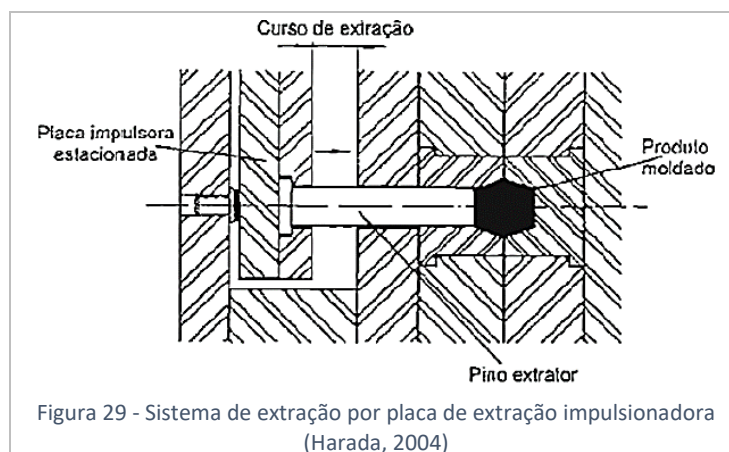
Onde:

- D – Diâmetro do extrator;
- DC – Diâmetro da cabeça do extrator;
- F – Caixa de alojamento com posição;
- G – Folga de cinco centésimas no alojamento;
- H – Posição no alojamento.

Contudo, existem várias formas de se extrair uma peça injetada (Harada, 2004):

- Placa de extração impulsional; vários tipos de extratores (pinos, tubulares, camisa e lâmina); ação retardada; placa extratora; tirante.

O deslocamento, dos componentes descritos extraem o produto moldado (Figura 29). Esta ação deve-se ao avanço da placa de extração impulsional (Figura 30), já que esta está fixa com ligações aparafusadas à placa de extração de suporte de extratores e restantes componentes mencionados anteriormente. A placa avança mecanicamente, acionada diretamente pela máquina ou através de cilindros hidráulicos, acionados por um circuito de óleo equilibrado.



Todavia, pode-se executar a extração por placa extratora se a situação assim o necessitar, ou seja, uma extração que consiste no emprego de uma placa ou aro ajustado que envolve a base do macho (Figura 31). Normalmente, este tipo de extração usa-se quando a área de extração é uma aresta viva. A placa ou aro extrator avança devido ao avanço da extração. As guias de extração e respectivos casquilhos garantem o guiamento durante o movimento/avanço. Existe uma folga mínima de 0,25 mm com 5° de inclinação para favorecer a desmoldagem e reduzir o atrito. É um dos sistemas de extração mais eficientes, no entanto, não aplicável a qualquer peça.

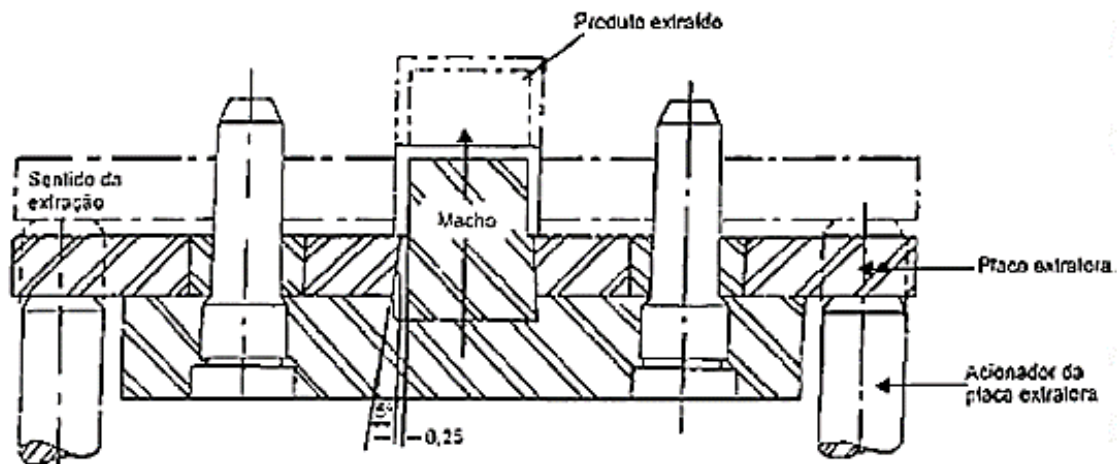


Figura 31 - Extração por placa extratora (Harada, 2004)

➤ Ar comprimido:

Este tipo de sistema de extração não é muito comum na indústria automóvel. Consiste na introdução de ar comprimido entre a face do molde e a peça, método que elimina o vácuo existente. Tanto o operador da máquina de injeção como um controlo automático, através de uma válvula externa, podem controlar a entrada do ar.

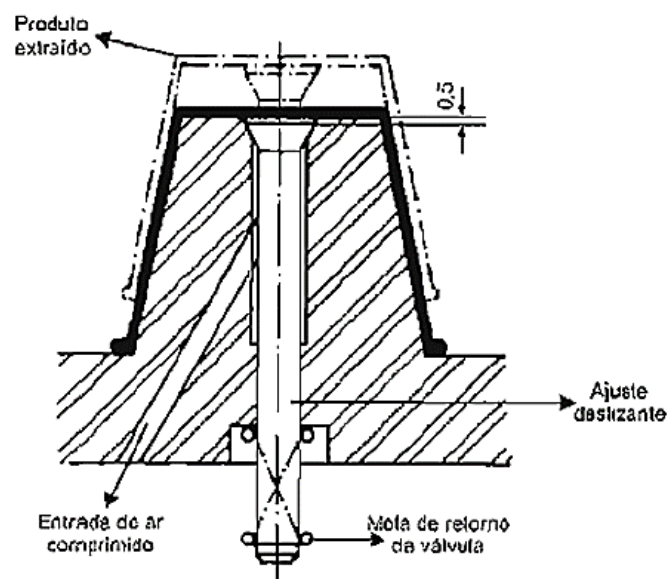


Figura 32 - Extração por ar comprimido (Harada, 2004)

➤ Núcleo rotativo:

Este sistema baseia-se na rotação de núcleos roscados que podem ser acionados por uma cremalheira e um pinhão, por engrenagens helicoidais ou por parafusos sem fim e engrenagens (Figura 33). É um sistema usado para produções elevadas e aceleradas, ou em produtos cuja rosca é retirada automaticamente durante ou depois da abertura do molde.

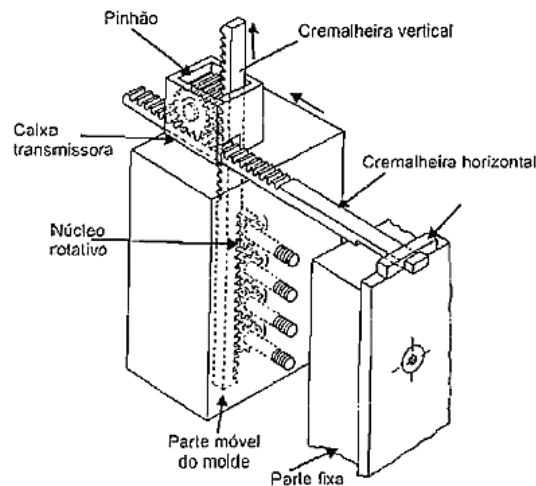


Figura 33 - Extração por núcleo rotativo (Harada, 2004)

2.2.8 Sistemas de alimentação

O material injetado percorre um caminho que vai desde a máquina de injeção até à(s) cavidade(s) do molde, em que os canais de distribuição transferem o material desde o bico até às entradas da(s) cavidade(s). Canais com pequenas secções transversais, necessitam de elevadas pressões de injeção, o que, por consequência, tornará mais demorado o preenchimento da(s) cavidade(s). Pelo contrário, canais de maiores dimensões permitem um melhor acabamento nas peças e minimizam linhas de união de material e tensões internas (Harada, 2004).

Porém, existem diferentes tipos de sistemas de alimentação, os quais podem ser divididos da seguinte forma:

- Canais quentes;
- Canais isolados;
- Canais frios.

2.2.8.1 Sistemas de alimentação com canais quentes

Os canais quentes de alimentação têm como função manter o material no estado fundido desde o bico da injetora até à zona moldante, evitando a sua solidificação precoce. Moldes com canais quentes, normalmente não necessitam de extração do sistema de alimentação, este é libertado com a abertura do molde e extração da peça. As vantagens do uso destes canais relativamente aos sistemas de canal frio dependem de um conjunto alargado de fatores, tais como (Manrich, 2005):

- Geometria (complexidade) da peça;
- Quantidade de peças a produzir;
- Tipo de material a processar;
- Tipo de equipamento auxiliar disponível.

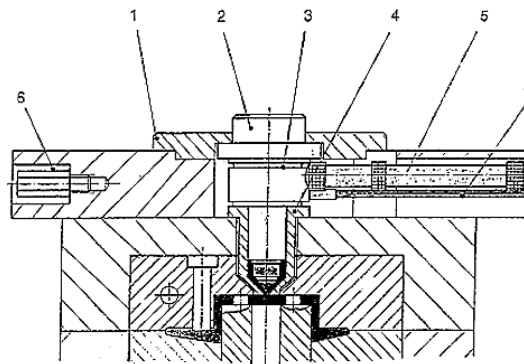


Figura 34 - Canal quente de alimentação (Goodship, 2004)

Onde:

- 1 – Anilha de centragem;
- 2 – Adaptador para o bico da máquina / injeção principal;
- 3 – Bico do canal quente;
- 4 – Casquilho do bico;
- 5 – Caixa protetora de fios elétricos;
- 6 – Conector alternativo;
- 7 – Conector de temperatura.

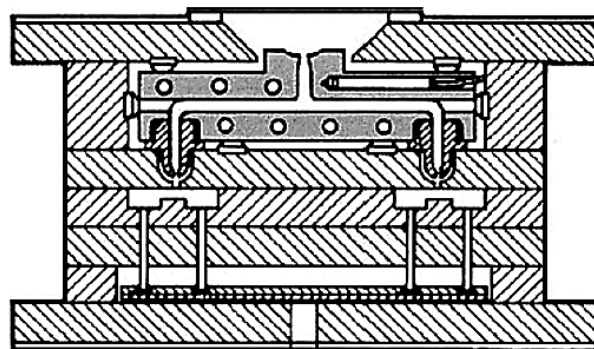


Figura 35 - Esquema do molde com canal quente (Drobny, 2007)

O aquecimento do *manifold*/distribuidor é garantido por resistências de cartucho (Figura 36) ou tubulares (Figura 37). Usam-se resistências de cartucho quando se pretende um aquecimento individual em zonas específicas do molde. Estas asseguram potências elevadas que podem chegar até aos 130 W/cm². No entanto, estão dispostas a uma maior probabilidade de avarias e sobreaquecimentos localizados. Os valores máximos aconselhados variam entre 15 e 25 W/cm² (CENTIMFE, 2003).

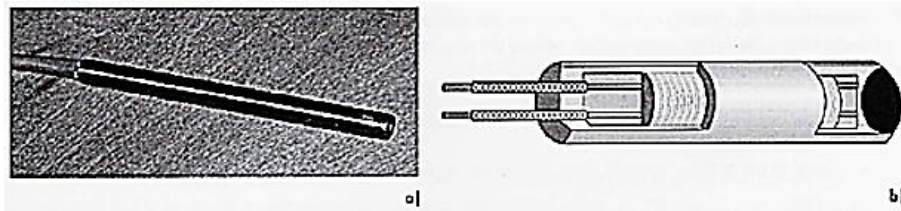


Figura 36 - Resistência de cartucho: a) Resistência; b) Detalhe (CENTIMFE, 2003)

As resistências tubulares são aconselhadas quando se pretende um aquecimento uniforme do *manifold*/distribuidor. A resistência é revestida com um material condutor e incorporada nos canais do sistema (Figura 37). As resistências tubulares apresentam potências específicas até 30 W/cm² (CENTIMFE, 2003).

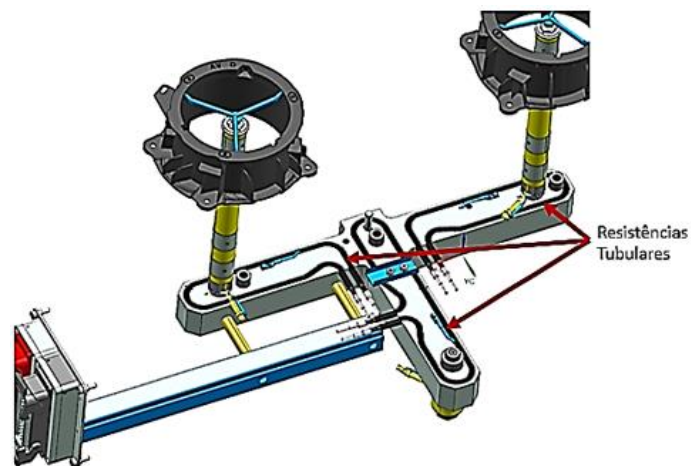


Figura 37 – Resistências tubulares incorporadas no *manifold*/distribuidor (Synventive, 2017)

2.2.8.2 Sistemas de alimentação com canais frios

Em regra, os sistemas de alimentação são constituídos por vários canais, maquinados numa placa, podendo, em certos casos mais escassos, existirem em mais do que uma. Normalmente, são maquinados na placa do macho, da cavidade e em alguns casos em ambas. O material fundido é transportado desde o bico de injeção até cada zona moldante. Este entra no molde pelo jito, que pode ser direto a zona moldante ou ramificar-se num sistema de alimentadores, fazendo a ligação do jito à gravação. A

Figura 38 mostra as diversas partes constituintes de um sistema de alimentação característico (Manrich, 2005).

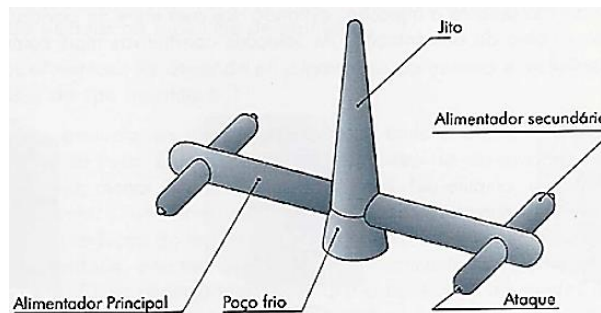


Figura 38 - Sistema de alimentação (Gingery, 1997)

O **jito** é um canal divergente (Figura 38), com um ângulo de abertura que pode variar entre os 2 e 5°. Este canal liga o bico da injetora aos alimentadores, ou pode ser direto à gravação (Drobny, 2007).

Os **alimentadores** são canais que distribuem o material fundido para a gravação, os quais podem ter diferentes geometrias (Figura 39). São estes canais que suportam o ataque à peça. Se se tomar como exemplo um canal circular, torna-se lógico que tanto o diâmetro como o comprimento afetam a resistência ao fluxo, logo quanto maior for o diâmetro do canal, menor será a resistência ao fluxo, menor será a queda de pressão. Todavia, aumenta o tempo necessário para o arrefecimento, logo deverá existir um ajuste entre a minimização da queda de pressão e a redução do tempo de arrefecimento, senão poder-se-á estar sujeito a problemas de produtividade, já que o tempo de arrefecimento ou refrigeração representa entre 50 a 75% do tempo do ciclo de injeção (Grupo Simoldes, 2016).

Os alimentadores podem ser classificados quanto à secção transversal (Figura 39), podendo ser (Drobny, 2007):

- Circulares;
- Trapezoidais;
- Trapezoidais modificados;
- Semicirculares;
- Retangulares.

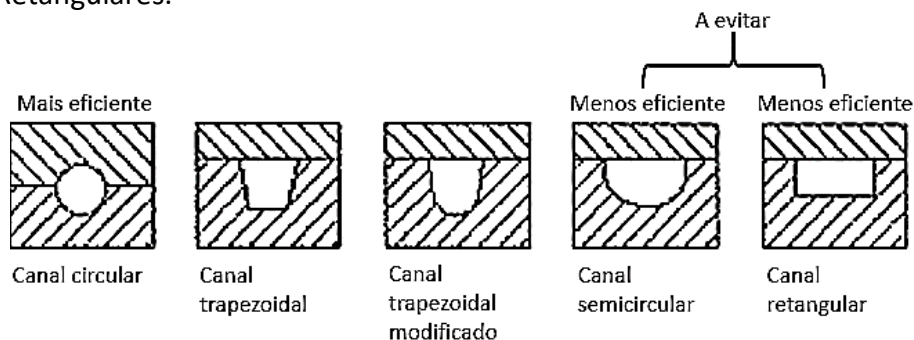


Figura 39 - Diferentes geometrias dos canais de alimentação (Drobny, 2007)

Os canais circulares são os mais eficientes, contudo, com custos acrescidos devido à maquinação das duas placas, logo, os canais mais usuais, com eficiência também elevada, são os trapezoidais. Os canais trapezoidais são modelados com a profundidade igual à largura, em que as paredes do canal possuem uma inclinação de 5° favorável à desmoldagem (Harada, 2004).

Ao projetar os canais de injeção, deve-se ter em consideração as seguintes regras (Grupo Simoldes, 2016):

- Deixar poços frios nos canais para melhorar a qualidade da peça (exceto no primeiro bico a abrir) (Figura 40):



Figura 40 - Construção dos canais de injeção (Grupo Simoldes, 2016)

- Dar saída de 10° a 15° nas faces laterais (Figura 41):

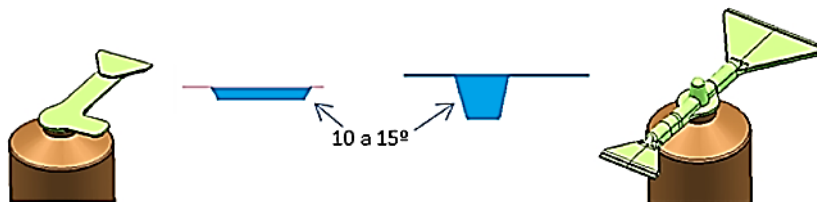


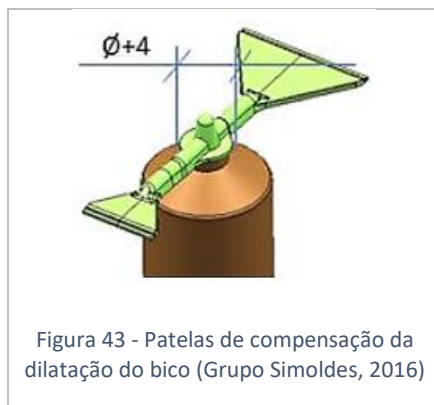
Figura 41 - Inclinações ideais na construção dos canais (Grupo Simoldes, 2016)

- Não deixar sobre-espessura, pois pode contribuir para o arrefecimento do material (Figura 42):



Figura 42 – Diferença entre uma espessura errada e outra bem concebida na construção dos canais (Grupo Simoldes, 2016)

- Considerar sempre mais 4 mm do diâmetro das ponteiros para a realização das patelas de compensação da dilatação dos bicos. Desta forma, tem-se uma folga de 2 mm (Figura 43):



O ataque é um estreitamento entre os alimentadores e a gravação, e tem como função submeter o material fundido a uma taxa de corte suficientemente elevada para que o aquecimento resultante da dissipação viscosa mantenha essa passagem aberta durante o enchimento e a fase de pressurização, facilitar o enchimento e permitir que a peça seja retirada sem dificuldade (Campo, 2006).

Os ataques mais comuns são os seguintes (Cruz, 2002):

- Ataque direto;
- Ataque em lâmina / lateral
- Ataque submarino;
- Ataque *bayer*.

Tabela 8 - Ataques à peça mais comuns

<p>Figura 44 - Ataque direto (Goodship, 2004)</p>	<p>Figura 45 - Ataque em lâmina / lateral (Goodship, 2004)</p>
<p>Figura 46 - Ataque submarino (Grupo Simoldes, 2016)</p>	<p>Figura 47 - Ataque <i>Bayer</i> (Grupo Simoldes, 2016)</p>

O **ataque direto** (Figura 44) é utilizado com frequência em moldes com uma só cavidade, embora seja a peça que dite o tipo de injeção adequada. Uma das vantagens deste tipo de ataque, é que a queda de pressão no sistema de alimentação é relativamente baixa, enquanto que a principal desvantagem é a dificuldade de separação do jito sem deixar marcas significativas na superfície da moldação (Goodship, 2004).

Ataque em lâmina / lateral (Figura 45), são ataques bastante similares, ambos são executados lateralmente em peças planas, através de uma fenda, geralmente numa secção retangular. Têm as vantagens de serem os ataques que implicam menor custos de maquinaria, elevado rigor dimensional e permitem moldar os materiais usuais nas peças plásticas da indústria automóvel, enquanto que, a grande desvantagem é deixar marca na superfície visível da peça, se não for projetada uma extração adequada (Goodship, 2004).

Ataque submarino (Figura 46) tem forma cônica, com inclinação nas paredes, de forma a que o ponto de injeção seja aproximadamente de 1 mm de diâmetro. Este tipo de ataque tem a vantagem de o gito ser arrancado automaticamente com o avanço da extração. Contudo, recomenda-se o uso de postigos para minimizar a possível marca na parte lateral da peça, especialmente em peças pintadas (Grupo Simoldes, 2016).

Ataque bayer (Figura 47) é utilizado quando a geometria da peça assim o “indica”. Existe a necessidade de criar um rebaixo na peça, na zona do ponto de injeção, para evitar que o vestígio do mesmo interfira na acostagem com outras peças (Figura 48). Neste tipo de injeção usam-se sempre dois postigos, apertados pelo lado da gravação, por cada *bayer* (Figura 49), para polimentos, para uma fácil substituição em caso de dano e minimização de marca na peça (Grupo Simoldes, 2016).

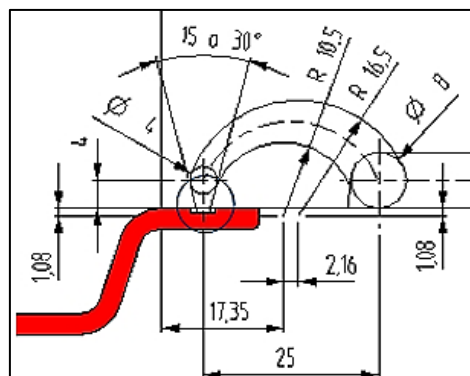


Figura 48 - Construção de um ataque *bayer* (Grupo Simoldes, 2016)

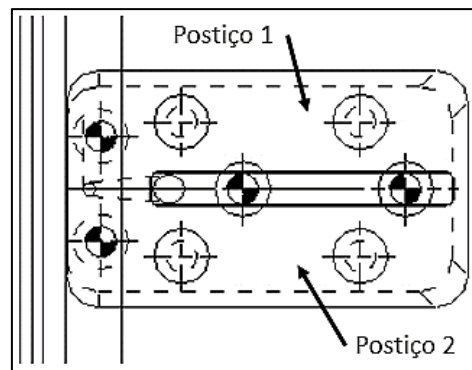


Figura 49 - Injeção *bayer* gravada com dois postigos (Grupo Simoldes, 2016)

Porém, existem mais tipos de ataques para além dos mostrados anteriormente. Existem modelos menos usuais na indústria automóvel que as soluções já apresentadas. São exemplo disso os ataques em leque, diafragma, anel, estrela, alfinete ou submarina curva (Goodship, 2004, e Cruz, 2002).

2.2.8.3 *Sistemas de alimentação com canais isolados*

Os moldes com canais isolados (Figura 50), ao contrário dos moldes de canais frios, não geram desperdício (jito e canais de enchimento), não obrigam a extração do canal devido aos curtos tempos de ciclo, por norma, inferiores a 20 s. Os canais possuem elevada espessura comparativamente aos canais comuns, pelo facto de evitarem o arrefecimento do material, de ciclo para ciclo, no centro do canal. Os moldes com canais isolados são apropriados para:

- Materiais com índice de fluidez elevado;
- Tempos de ciclo relativamente curtos.

Este tipo de molde necessita de pré-aquecimento da ferramenta para permitir um aquecimento ou fusão do canal solidificado antes do arranque da produção (Campo, 2006, e Dubois, 2013).

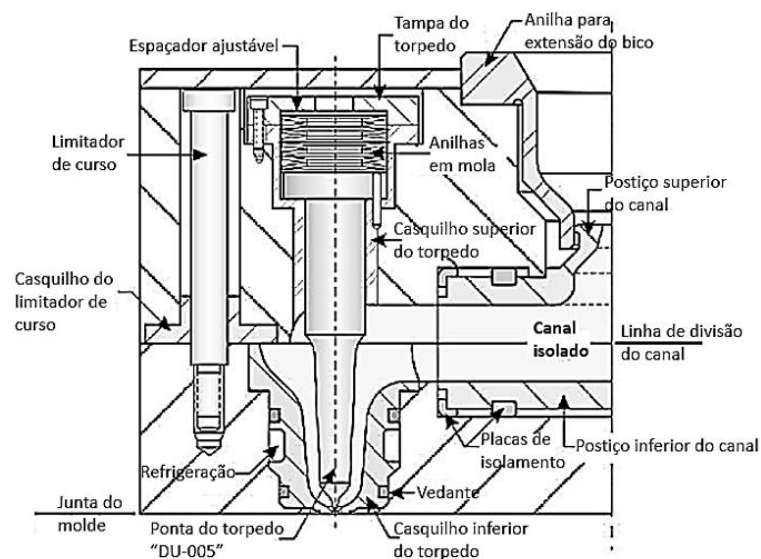


Figura 50 - Sistema de canal isolado (Campo, 2006)

As vantagens e limitações económicas e tecnológicas da utilização de sistemas de alimentação de canais isolados podem ser analisadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Vantagens e limitações dos sistemas de alimentação isolados (CENTIMFE, 2003)

Económicas	
Vantagens	Desvantagem
Baixo custo	Níveis de produtividade baixos durante o arranque da ferramenta.
Tecnológicas	
Vantagens	Desvantagem
Projeto e fabrico do molde simples	Reduzido controlo térmico sobre os canais. Limitação de utilização de moldes com tempos de ciclo curtos. Tempo de estabilização da ferramenta longos.

2.2.8.4 Sistema de fuga de gases

Os moldes, quando em funcionamento, mais precisamente durante o seu enchimento, têm de ter a capacidade de libertar o ar gerado quando a massa fundida entra nas zonas moldantes (Kutz, 2011).

Na elaboração das saídas de gases deverá ter-se em conta o lado da espessura da peça, ou seja, verificar se é o macho ou a cavidade que moldará essa espessura. Em alguns casos, esta situação ocorre em ambos os lados. Contudo, após a verificação, fica-se a saber qual o lado que irá suportar as fugas de gases, logo a construção é sempre

executada no lado da espessura, como referido anteriormente. É natural visualizar-se fugas, tanto na cavidade como no macho (Kutz, 2011).

Todavia, as saídas para escapes de gases deverão estar localizadas nas direções de fluxo do material. Desta forma, para além dos gases naturais do enchimento, também poderão ser libertados eventuais elementos voláteis libertados pelo fundido. Saídas mal concebidas resultam num mau preenchimento da peça, ou mesmo na queima do material plástico (Campo, 2006).

Na construção deve-se seguir as seguintes indicações (Grupo Simoldes, 2016):

- Efetuar canal de fugas de gases na periferia da peça;
- Garantir que o canal tenha escape para o exterior;
- Efetuar pequenos canais transversais até 3 mm da peça, com 8 mm de largura.

Para máquinas de injeção com força de fecho inferior a 350 T, usa-se a seguinte construção (Grupo Simoldes, 2016):

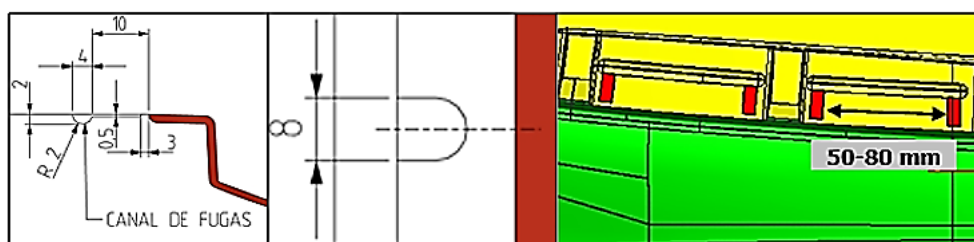


Figura 51 - Canal de fugas em moldes para trabalhar em máquinas de injeção < 350 T (Grupo Simoldes, 2016)

Para máquinas de injeção com força de fecho igual ou superior a 350 T, usa-se a seguinte construção (Grupo Simoldes, 2016):

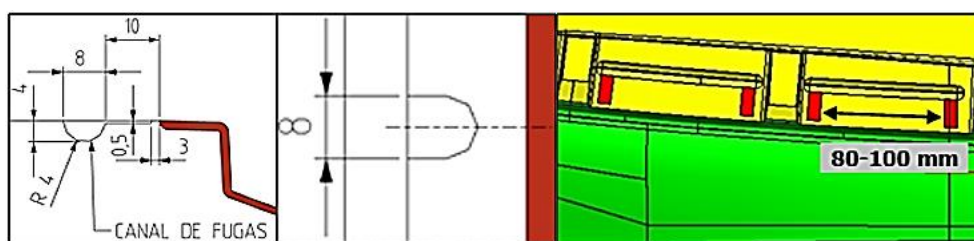


Figura 52 - Canal de fugas em moldes para trabalhar em máquinas de injeção \geq 350 T (Grupo Simoldes, 2016)

Os rasgos de escape de gases, devem ser projetados de forma a situarem-se ao longo de toda a peça, sendo especificamente essenciais nas zonas de fim do enchimento ou nas zonas de convergência das frentes de fluxo. É necessário ter em consideração a profundidade do canal, pois este deve permitir a saída de ar. Porém, deve ser satisfatoriamente pequena para que o fundido não possa sair, gerando rebarba (Campo, 2006). Na Tabela 10 verificam-se as profundidades típicas para alguns dos polímeros mais comuns (Campo, 2006).

Tabela 10 - Profundidades típicas dos rasgos de escape de gases para algumas resinas (Campo, 2006)

Material	Profundidade (a) [in]	Profundidade (a) [mm]
Acetal	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Acrilonitrilo butadieno estireno	0,0025 – 0,0035	0,0635 - 0,0889
Acrílico	0,0025 – 0,0035	0,0635 - 0,0889
Poliamida não reforçado	0,0010 – 0,0015	0,0254 - 0,0381
Poliamida reforçado com fibra de vidro	0,0015 – 0,0020	0,0381 - 0,0508
Poliamida com reforço mineral	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Polímeros de cristais líquidos reforçado com fibra de vidro	0,0010 – 0,0015	0,0254 - 0,0381
Polycarbonato	0,0025 – 0,0035	0,0635 - 0,0889
Polietileno	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Polipropileno	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Poliestireno	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Óxido de polifenileno	0,0015 – 0,0035	0,0381 - 0,0889
Polissulfona	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635
Politereftalato de etileno reforçado com fibra de vidro	0,0015 – 0,0020	0,0381 - 0,0508
Policloreto de vinilo - Rígido	0,0015 – 0,0035	0,0381 - 0,0889
Policloreto de vinilo - Flexível	0,0015 – 0,0025	0,0381 - 0,0635

Todavia, em alguns casos, não é possível fazer o escape dos gases pela junta do molde. Nestes casos, tem-se de recorrer a outras alternativas como, por exemplo, fazer o escape de gases pelos extratores, levantadores ou até mesmo postiços (Kutz, 2011).

2.2.9 Sistemas de arrefecimento do molde

O sistema de arrefecimento do molde tem como função dissipar o calor da moldação. O material injetado é arrefecido até atingir uma temperatura que possibilite o ganho de rigidez suficiente, ou seja, solidifique para que possa ser extraído sem que ocorram deformações na peça a produzir (Mittal, 2011, e Xu, 2011).

O tempo de arrefecimento é bastante importante na produção de peças, como já referido no subcapítulo 2.1.8, já que este tempo constitui aproximadamente $\frac{3}{4}$ do ciclo de injeção, logo, quanto mais rápido e eficaz for o arrefecimento, mais rápido será o ciclo de injeção e, obrigatoriamente, maior será a produção de peças, que ao fim de milhares de ciclos, constituem muitos euros. O arrefecimento do material injetado é feito por transferência de calor, mais precisamente por condução, para as superfícies moldantes (Mittal, 2011, e Xu, 2011).

Porém, para a transferência de calor atuar rapidamente, são mandrilados furos para refrigeração próximos das zonas moldantes (Figura 53 e Tabela 11). Estes furos, também designados de “linhas de água”, pelo motivo de nos dias correntes a água ser o fluido de refrigeração mais comum e mais económico (Drobny, 2007).

Existe uma panóplia de regras que otimizam os sistemas de refrigeração, para uma ótima regulação térmica. Os circuitos devem ser concebidos de forma a permitir uma correta gestão das temperaturas desenvolvidas no interior do molde, de forma a otimizar o ciclo de injeção. Para tal, estão estabelecidas regras como se pode verificar de seguida (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016, e Campo, 2006):

- O diâmetro deve ser o mesmo por todo o comprimento do circuito;
- O circuito de água útil deve ter no máximo 1500 mm de comprimento por cada circuito. Desta forma, assegura-se que o fluido de refrigeração não aqueça em mais de 5°C;
- Em moldes com múltiplas cavidades, ter em consideração que cada uma deve ter os seus circuitos independentes;
- Em cada circuito independente, dever-se-á, caso necessário, utilizar no máximo dez furos-palheta (poços);
- Conceber circuitos independentes e simétricos/espelho relativamente à(s) zona(s) de enchimento do molde, sobretudo quando temos 1+1 cavidades;
- Todos os circuitos de refrigeração devem ser numerados, podendo-se começar pela cavidade ou pelo macho e seguir a numeração de forma coerente, para fácil e clara identificação de cada um. Estes devem ter marcações conforme o caderno de encargos do cliente (*IN* e *OUT* ou *E* e *S*, são as mais usuais);
- Não é permitida a localização de entradas e saídas, tanto no topo do molde, como no lado do operador, devendo as mesmas ser evitadas para o fundo do molde, ou seja, as entradas e saídas de águas devem ser concebidas no lado oposto ao operador;

- As linhas de água deverão estar a uma distância mínima de 6 mm dos extratores, assim como, de qualquer outro furo;
- Devem ser respeitadas as distâncias à peça e entre furos, conforme a Figura 53 e Tabela 11 A distância mínima de um furo a qualquer alojamento do componente, nunca deve ser inferior a 8 mm;

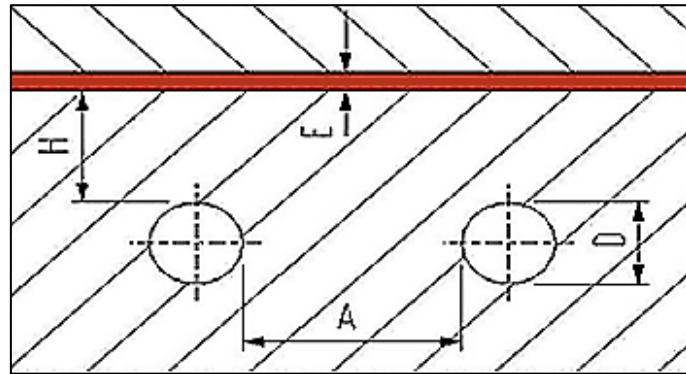


Figura 53 - Refrigeração da peça (Grupo Simoldes, 2016)

Onde:

- A – Distância entre furos;
- D – Diâmetro do furo;
- E – Espessura da peça (gravação);
- H – Distância entre o furo de água e a peça.

Tabela 11 - Regras de distâncias de refrigeração (Grupo Simoldes, 2016)

Regra aplicável a peças com espessura (E) entre os 2 e 4 mm

A distância de um furo à peça (H) deve estar entre $1.5 \times D$ e $2.5 \times D$

A distância entre furos deve estar entre $3 \times D$ e $6 \times D$

Porém, deve-se prever um circuito separado, nos seguintes casos específicos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Em frente a uma injeção direta à peça (Figura 54), furo em cascata com um acessório helicoidal (Figura 57);
- Para ligação de diversos furos-palheta;
- Para as ponteiros dos bicos;
- Nas grelhas do altifalante (Figura 55), tanto no lado da cavidade como no macho.

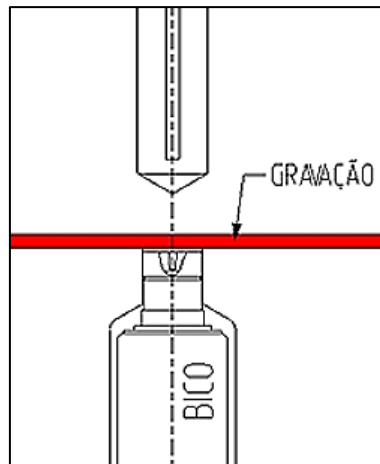


Figura 54 - Injeção direta à peça (Grupo Simoldes, 2016)

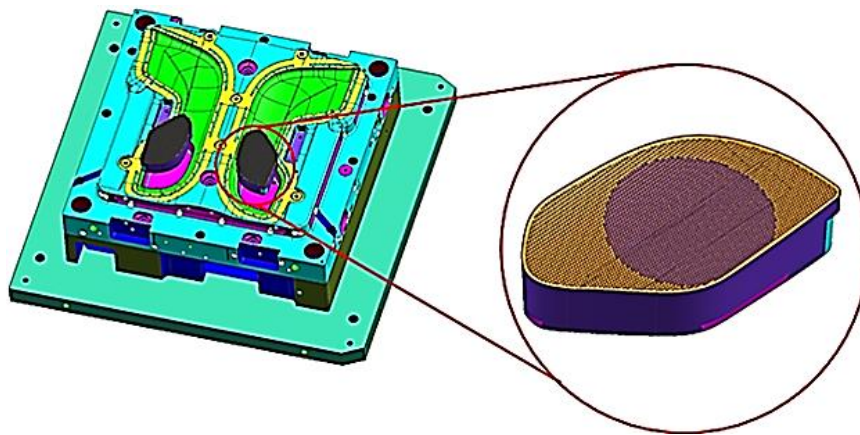


Figura 55 - Grelha do altifalante

Todavia, a eficiência de um sistema de refrigeração é elevada (Figura 56) ao considerarem-se os seguintes dados informativos, análise e estudo (Silva, 2009):

- O tipo de polímero e a respetiva temperatura de processamento;
- A temperatura do molde;
- O espaço desocupado no molde para realização de circuitos;
- Condutividade térmica dos materiais (transferência de calor);
- A geometria da peça;
- As entradas do fluido nos circuitos, devem atacar primeiro as zonas de maior calor, as zonas dos bicos de injeção;
- Posicionamento equilibrado dos circuitos no molde;
- Acabamentos superficiais;
- Controlo de parâmetros efetuados pelo operador.

Deste modo, os resultados obtidos serão acima do esperado, obtendo-se diminuições nos tempos de ciclo, redução de tensões e de desgaste de material, assim como redução do número de peças com defeito (Silva, 2009).

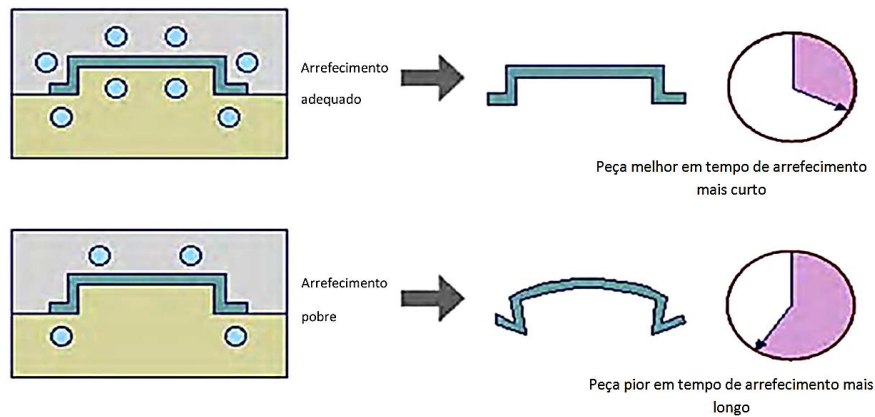


Figura 56 - Refrigeração adequada (em cima) e refrigeração inadequada (em baixo) (Park & Dang, 2011)

Respeitando todas as indicações anteriores, os circuitos podem ser concebidos através de diferentes tipos (Silva, 2009):

- Circuito em U;
- Circuito em Z;
- Circuitos para cavidades retangulares;
- Circuitos para cavidades circulares;
- Circuito com placas de refrigeração;
- Circuito de refrigeração com furação inclinada;
- Circuitos com furos-palheta inclinados e não inclinados, com lâmina retangular ou helicoidal;
- Circuito de refrigeração com pino térmico.

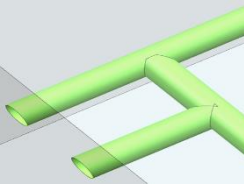
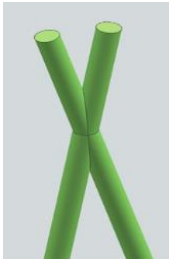
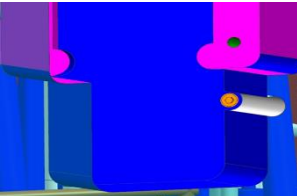
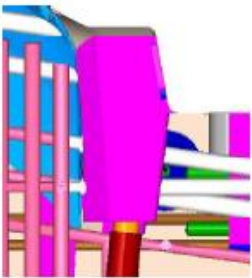
Contudo, cada molde é um molde, até mesmo para peças iguais, moldes executados por projetistas diferentes têm resultados diferentes, tanto a nível dimensional como de componentes. Cada projetista tem a liberdade de elaborar a refrigeração mais adequada e mais uniforme. O importante não é o tipo ou a forma, mas sim a eficácia (Tabela 12), não existe uma obrigação de seguir os circuitos ditos *standard*, porque até mesmo um circuito tipo U poderá incluir furos-palheta, por exemplo (Grupo Simoldes, 2016).

Porém, quando se utilizam furos-palheta em frente ao bico de injeção, no caso deste injetar diretamente na gravação, recomenda-se o uso de uma palheta de lâmina helicoidal (Figura 57). Estas são mais eficientes, devido à maior turbulência induzida.



Figura 57 - Palheta de lâmina helicoidal (Grupo Simoldes, 2016)

Tabela 12 - Refrigeração, problemas e soluções (Grupo Simoldes, 2016)

Problemas / Dificuldades		Solução / Regra
Furos que não vazam por completo outros furos.	 <p>Figura 58 - Furo mal vazado</p>	Garantir que o furo vaza sempre por completo o outro furo.
Evitar o cruzamento de furos com ângulos inferiores a 15° ou furos desfasados.	 <p>Figura 59 - Furo cruzado</p>	Aumentar o diâmetro de um dos furos para guiamento da broca.
Caixas em “meia-cana”. Furos que se iniciam no interior da peça.	 <p>Figura 60 - Furo em “meia-cana” no aço</p>	Se possível, deslocar o furo alguns milímetros para se evitar a necessidade de caixas “meia-cana”. Outra solução, passaria por inclinar o furo alguns graus, de modo a que não apanhasse aquela parte de aço.
Furos que atravessam “canais negativos” (por exemplo zonas sem aço, caixas, superfícies). Aço → Vazio → Aço. Furos que atravessam alojamentos dos veios.	 <p>Figura 61 - Furo em zona sem aço</p>	Se possível deslocar o furo para uma zona com aço. Inclinar o furo de forma a evitar a zona “negativa”.

<p>Furos de refrigeração com duas inclinações.</p>	 <p>Figura 62 - Furo com duas inclinações</p>	<p>Se possível realizar furos, apenas com uma inclinação.</p> <p>Outra solução, passa por realizar dois furos de ligação a direito, sem inclinação.</p>
<p>Modelação incompleta.</p>	 <p>Figura 63 - Zona no bujão com o "false" incompleto</p>	<p>Colocar o bujão de forma a que este fique com o diâmetro do "false" em toda a face onde vai ser realizado o furo.</p>

Nota: O "false" é a parte "invisível" do componente que fará a subtração no aço.

2.2.10 Sistemas de guiamento-centramento do molde

O guiamento do molde deverá garantir um fecho perfeito entre o lado do macho e o da cavidade, evitando assim a criação de defeitos nas faces de ajuste e vedação do molde. Contudo, durante os milhares de ciclos de injeção a que o molde estará sujeito, as duas metades terão de ter um centramento irrepreensível, devido à sua cinemática. Logo, um centramento ineficiente do molde provocará derivações no processo de injeção, entre ciclos contínuos de moldação, conduzindo a variações das espessuras das paredes das peças moldadas, não garantindo assim a precisão dimensional solicitada para as peças em produção e, em alguns casos, poderá levar ao dano de componentes/acessórios do molde. Desta forma, pode-se considerar como elementos fundamentais os seguintes (Rosato, 2012):

2.2.10.1 Guias de molde e os respetivos casquilhos em formato redondo (moldes de pequena e média dimensão)

As guias principais do molde devem ser colocadas no lado da cavidade, de forma a que o seu comprimento proteja as superfícies de moldação. Deste modo, aquando do fecho do molde, as guias devem ser os primeiros elementos a contactar o lado oposto do molde. Se possível, deixam-se todas as guias com a mesma altura, sendo estas os elementos mais salientes para proteger outros acessórios (guias inclinadas dos movimentos mecânicos, entre outros), dando a possibilidade de pousar o lado da cavidade apoiado pelas guias. Deverá ainda uma das guias estar ligeiramente deslocada (Figura 64) ou ter um diâmetro diferente (Figura 65) para evitar qualquer erro de montagem, possibilitando desta forma uma única posição de montagem (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

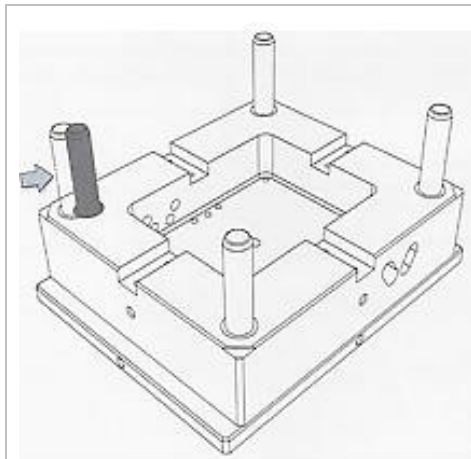


Figura 64 - Lado da cavidade com guia deslocada (CENTIMFE, 2003)

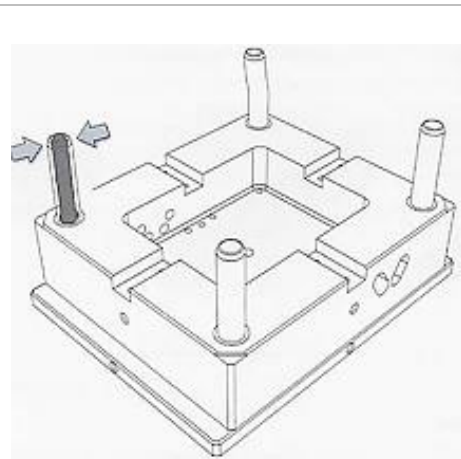


Figura 65 - Lado da cavidade com guia de diâmetro diferente (CENTIMFE, 2003)

Em cada alojamento do casquilho da guia, deve existir um furo de evacuação de ar (Figura 66), (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

Todavia, se o cliente assim o entender ou estiver estipulado no caderno de encargos, poderão ser utilizadas guias *standard*. Os fornecedores mais comuns destes acessórios, são a Hasco, Rabourdin e DME. Os acessórios *standard*, como já referido, têm a vantagem da fácil substituição em caso de dano, no entanto, guias não *standard* ficam mais económicos para os fabricantes de moldes (Grupo Simoldes, 2016).

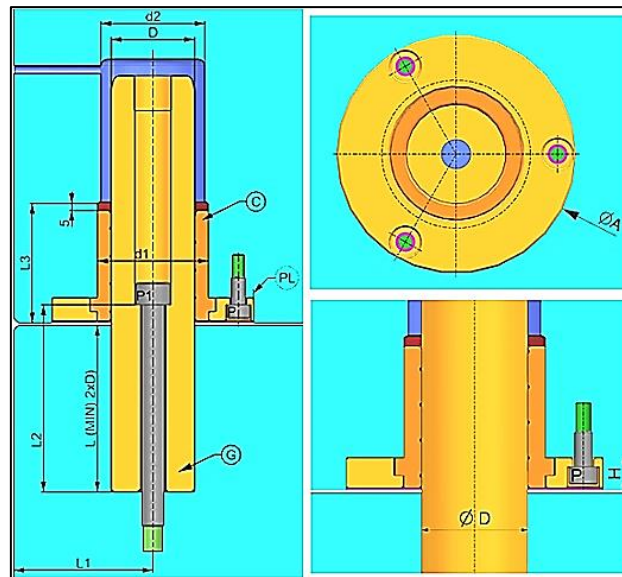


Figura 66 - Guia principal não *standard* (Grupo Simoldes, 2016)

Onde:

- A – Diâmetro da placa de pressão;
- C – Casquilho da guia principal;
- D – Diâmetro da guia principal;
- d1 – Diâmetro do casquilho da guia principal;
- d2 – Diâmetro da folga;
- G – Guia principal;
- H – Altura da patela de pressão;
- L – Altura mínima admissível da guia principal embutida na cavidade;
- L1 – Distância entre a lateral do molde e o centro da guia principal;
- L2 – Altura do alojamento do parafuso na guia principal;
- L3 – Altura do alojamento do casquilho da guia de extração no macho;
- P – Parafuso da placa de pressão;
- P1 – Parafuso da guia principal;
- PL – Patela de pressão.

Atualmente, devido à sobrecarga de trabalho nas máquinas, a maioria das guias do molde são encomendadas aos fornecedores.

2.2.10.2 Guias prismáticas com correções

Normalmente, é o guiamento utilizado na concepção de moldes de médias e grandes dimensões (Tabela 13). Neste tipo de molde, as guias prismáticas (Figura 67) devem ser projetadas prevendo a sua aplicação: apenas uma do lado do operador e outra do lado oposto ao operador, bem como uma guia cilíndrica no lado inferior (oposto ao topo), conforme a Figura 68. Desta forma, estes moldes terão um guiamento mais robusto.

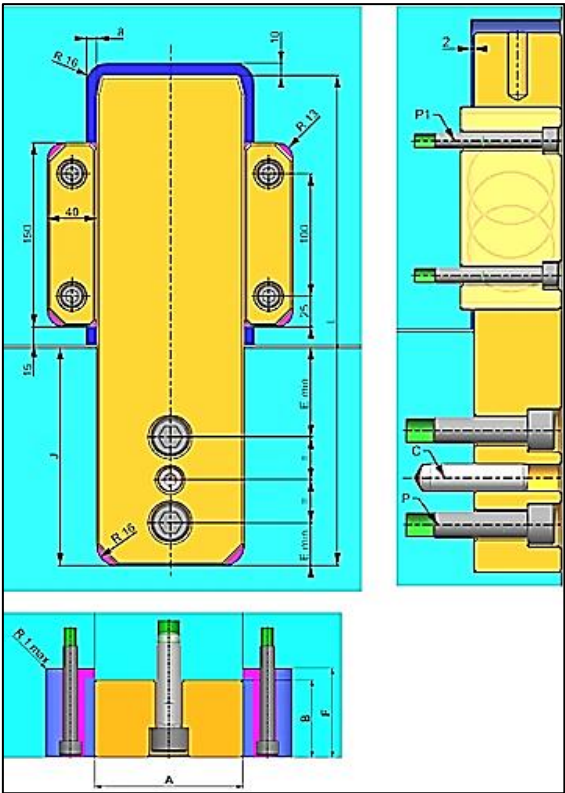


Figura 67 - Guia prismática com corredeiras

As dimensões das guias prismáticas (Tabela 13) variam consoante o comprimento do molde, visto que estas guias foram pensadas com o intuito de existir um guiamento mais estável em moldes mais pesados.

Tabela 13 - Dimensões de construção do guiamento utilizando guias prismáticas (Grupo Simoldes, 2016)

Referência da dimensão da Figura 67	Comprimento do molde até 1800 mm	Comprimento do molde > 1800 mm
A	120 (mm)	160 (mm)
B	65 (mm)	85 (mm)
C	Ø 20x80 (mm x mm)	Ø 20x100 (mm x mm)
E	35 (mm)	45 (mm)
F	75 (mm)	95 (mm)
P	M20x70 (mm x mm)	M20x90 (mm x mm)
P1	M12x80 (mm x mm)	M12x100 (mm x mm)
J	180 (mm)	220 (mm)
L	A adaptar	A adaptar

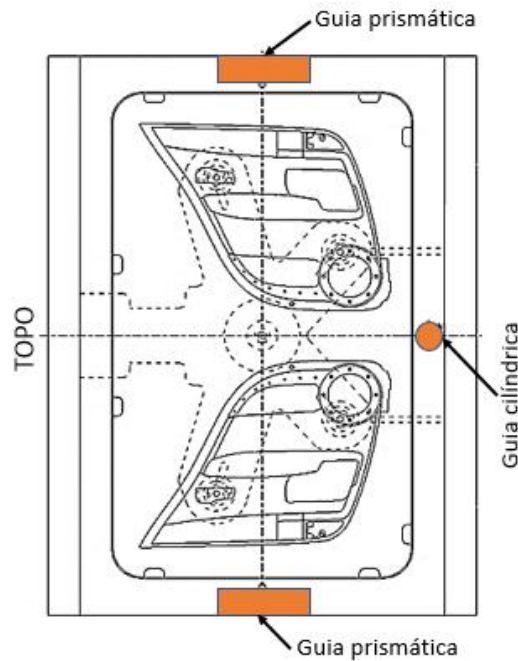


Figura 68 - Molde com guias prismáticas (Grupo Simoldes, 2016)

2.2.10.3 Guias prismáticas com rolamentos

São geralmente utilizadas em moldes de grandes dimensões ou em moldes em que o cliente assim o exige. Trata-se de um conjunto semelhante ao anterior, contudo, um dos lados, em vez de uma corrediça, tem um rolamento (Figura 69). Este tem como função principal suportar o peso da metade móvel, reduzindo o atrito e o desgaste. Este sistema fica alojado na parte inferior, de forma a suportar o peso do macho, que normalmente tem uma massa superior à da cavidade (Grupo Simoldes, 2016).

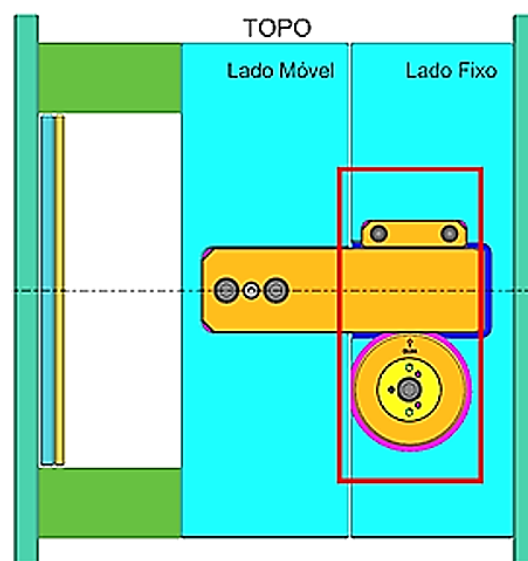


Figura 69 - Guiamento do molde através de guias prismáticas com rolamentos (Grupo Simoldes, 2016)

2.2.10.4 Anilhas de centragem

Por norma, em moldes que trabalham em máquinas com força de fecho acima de 200 T, serão aplicadas anilhas de centragem nas duas metades do molde, como também em moldes com peso igual ou superior a 1,5 T, caso contrário, apenas o lado fixo sustentará a anilha de centragem (Grupo Simoldes, 2016).

Os diâmetros destes acessórios deverão estar de acordo com a máquina de injeção a utilizar, são montados nas placas traseiras e têm a função de permitir o centramento nos pratos da máquina, como já referido no subcapítulo 2.1.5 (Grupo Simoldes, 2016).



Figura 70 – Diversas anilhas de centragem fabricadas na IGM

2.2.10.5 Interlocks

Para garantir o alinhamento adequado das metades do molde, deve-se usar *interlocks* fiáveis, como são o caso dos da DME e HASCO. A utilização de quatro bloqueios por molde é o mais comum. A localização destes deve ser bem projetada, assim como o tipo de *interlocks* a usar. Desta forma, será garantido um guiamento preciso e a proteção da linha de junta (Campo, 2006), (Mittal, 2011).

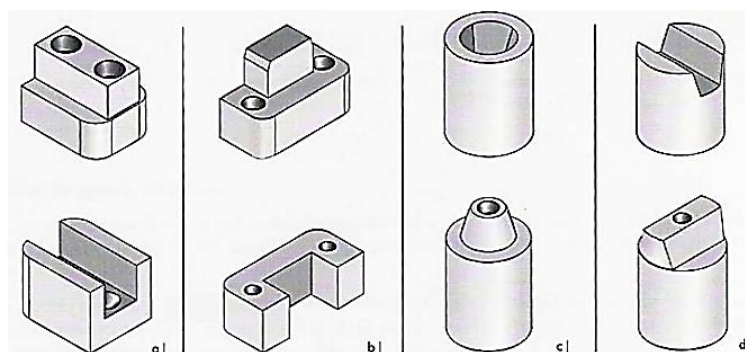


Figura 71 - Diferentes tipos de *interlocks* - a) Retangular tipo A; b) Retangular tipo B; c) Circular tipo B; d) Circular tipo A (CENTIMFE, 2003)

2.2.10.6 Placas de ajuste fino

As placas de ajuste fino são usadas para garantir a proteção da junta do molde. Estas placas devem ter um ângulo inferior ao ângulo mínimo existente nas paredes de ajuste. Desta forma, nos casos em que a peça implique ajustamentos com ângulos muito reduzidos, devem existir localmente cones com inclinação 2° inferior ao menor ângulo de ajustamento para um guiamento e proteção mais precisos, conforme a Figura 72 (Grupo Simoldes, 2016).

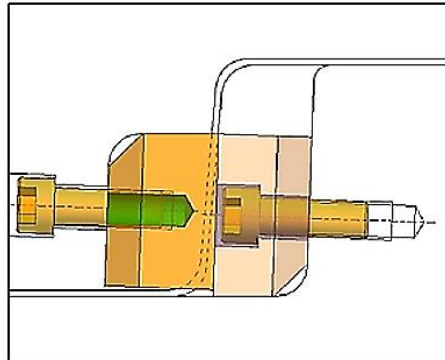


Figura 72 - Placas de ajuste fino para proteção da junta (Grupo Simoldes, 2016)

2.2.10.7 Cones de centramento no lado fixo (lado do sistema de injeção)

Para auxiliar o correto posicionamento do molde em relação à máquina de injeção e ao robô, deverão ser efetuados dois ou quatro furos cónicos do lado da parte fixa para os vários tipos de injetoras especificadas, conforme a Tabela 14 e Figura 73. Em moldes projetados para trabalhar em injetoras com prato rotativo, devem ser efetuados estes furos do lado móvel (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

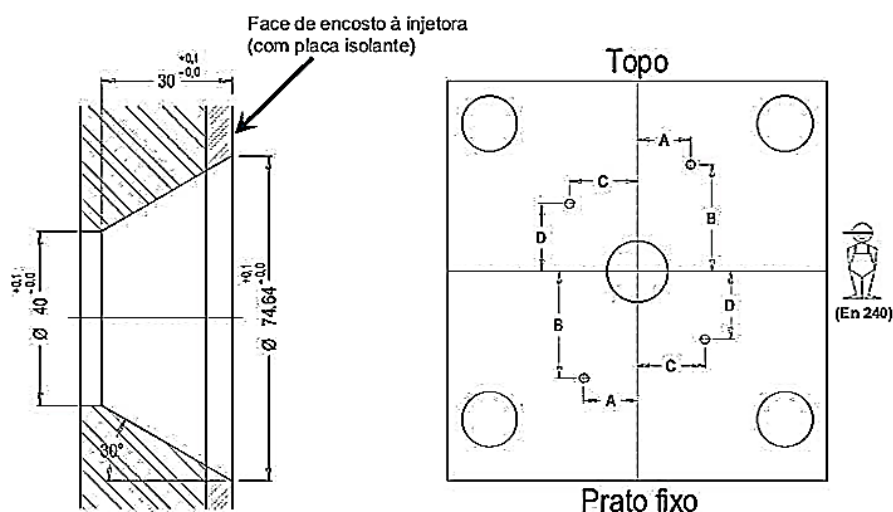


Figura 73 - Furos cónicos para auxiliar o correto posicionamento do molde (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016)

Tabela 14 - Tabela exemplo com algumas cotas de posicionamento para algumas injetoras Engel (En) e Krauss Maffei (KM) (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016)

Máquina	Cota A (mm)	Cota B (mm)	Cota C (mm)	Cota D (mm)
En 240	140	140		
KM 200	140	280		
KM 250	140	280		
KM 800	280	420		
KM 1600	420	560		
En 300			177,8	177,8
En 400			177,8	177,8
En 850			177,8	330,2
En 1500			254	431,8

2.2.10.8 Guias de extração

As guias devem garantir o bom funcionamento das placas de extração, quer no avanço, quer no recuo das mesmas. Normalmente são utilizadas quatro unidades, posicionadas se possível de forma equidistante e simétrica. No entanto, quando o comprimento das placas ultrapassa os 796 mm, a quantidade passa de quatro para seis guias de extração, isto porque, para além do guiamento, também ajudam a evitar possíveis empenos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016). Um conjunto é constituído por uma guia com tolerância g6 e um casquilho em bronze com H7 (Figura 74).

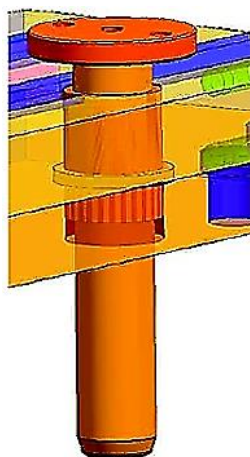


Figura 74 - Guia e casquilho de extração (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016)

2.2.11 Sistemas, mecanismos e componentes de gravação

Os elementos de gravação ou moldantes estão em constante evolução mecânica de forma a otimizar cada aplicação, cada molde. Existe uma grande diversidade destes elementos em que se podem destacar os seguintes (Grupo Simoldes, 2016), (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

2.2.11.1 Postiços

Os postiços são uma melhoria executada no molde para suprimir dificuldades e defeitos, ou seja, aplicam-se em zonas de maquinagem complexa, evitando-se assim operações morosas, seja por controlo numérico computadorizado (CNC) ou eletroerosão. Usam-se também postiços por uma questão de polimento, refrigeração localizada (Figura 75) devido a diferença de temperatura de trabalho, quando a extração de gases é insuficiente ou em zonas de trabalho de maior desgaste, sendo aparafusados pela frente (lado da gravação) para fácil substituição (Figura 76) (Grupo Simoldes, 2016).

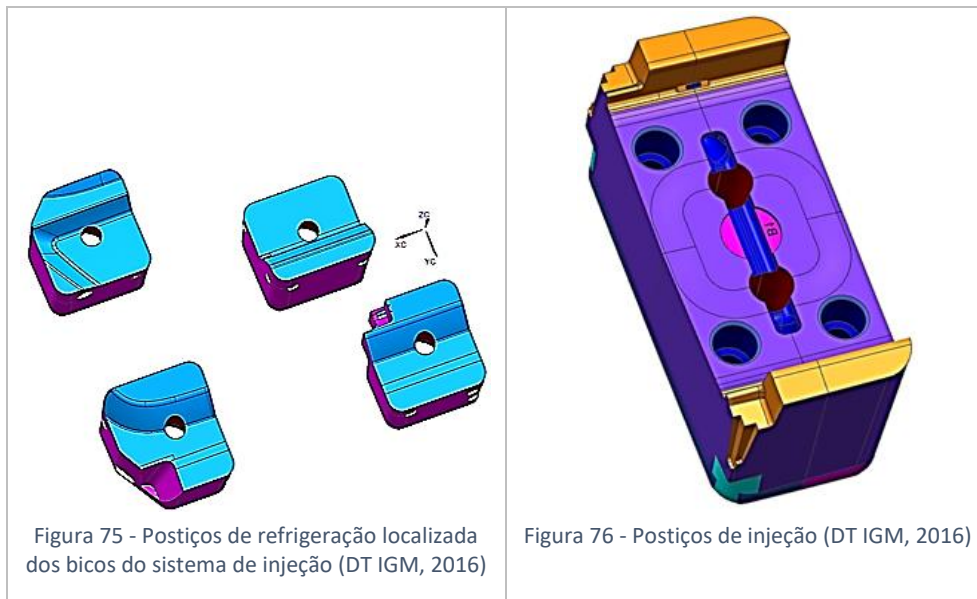


Figura 75 - Postiços de refrigeração localizada dos bicos do sistema de injeção (DT IGM, 2016)

Figura 76 - Postiços de injeção (DT IGM, 2016)

2.2.11.2 Levantadores

Os levantadores (Figura 77) atuam como os extratores, sendo também montados diretamente nas placas de extração, mas com a diferença de não desmoldarem um ponto da peça, mas sim uma parte/zona da mesma (Figura 78), ou seja, atuam quando

se dá o avanço da extração, não tendo o objetivo de desmoldar uma contra-saída, mas sim executar a remoção da peça (Grupo Simoldes, 2016).

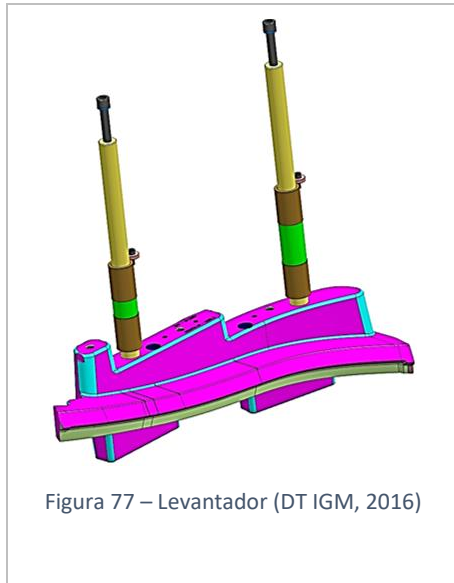


Figura 77 – Levantador (DT IGM, 2016)

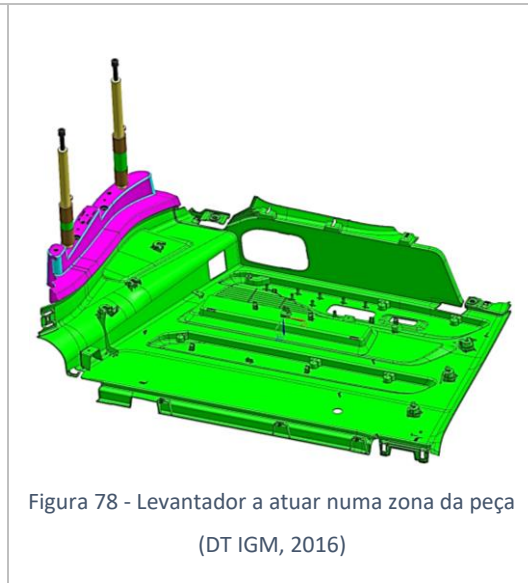


Figura 78 - Levantador a atuar numa zona da peça (DT IGM, 2016)

2.2.11.3 Movimentos mecânicos

O movimento mecânico (Figura 79) atua com a abertura e fecho do molde, através de uma guia inclinada que promove o avanço e recuo do próprio, permitindo a desmoldagem da contra-saída da peça. Os movimentos que se situarem no topo do molde, estarão sujeitos ao deslocamento por ação da gravidade após a abertura do mesmo, logo, é imperativo o uso de mola(s) que sustentem o seu peso e evitem o retorno à posição (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

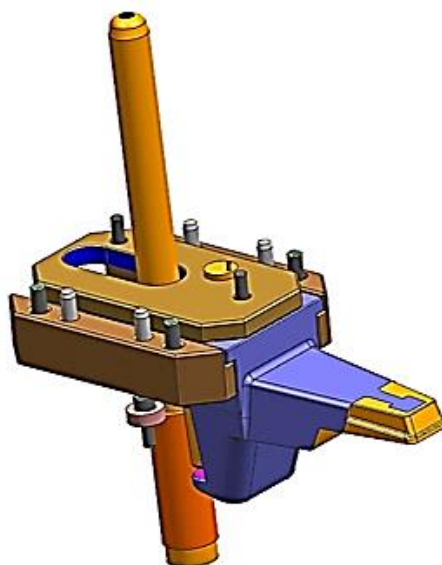


Figura 79 - Movimento mecânico (DT IGM, 2016)

2.2.11.4 Movimentos hidráulicos

Os movimentos hidráulicos (Figura 80), apesar da sua ótima eficiência, são geralmente a última opção a adotar, pelo facto de afetar negativamente dois fatores bastante importantes: o espaço físico e os custos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

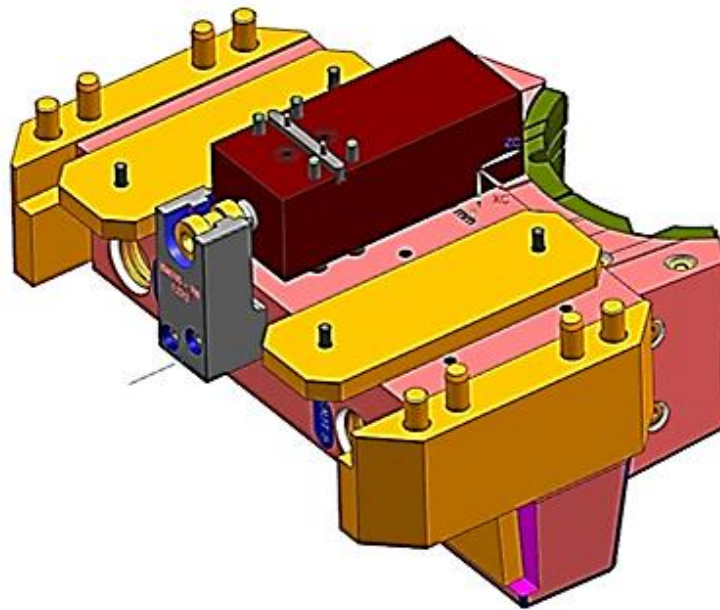


Figura 80 - Movimento hidráulico (DT IGM, 2016)

2.2.11.5 Movimentos à extração inclinados com e sem veio de reforço

Os movimentos à extração (Figura 81) atuam aquando da extração da peça, servindo de apoio aos extratores no processo de desmoldagem. A sua inclinação deve ser estudada de forma a permitir a desmoldagem da contra-saída existente. Desta forma, a inclinação da parede do movimento no sentido de desmoldagem, possui mais 2° de inclinação que o veio, evitando colisões (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016). Outra norma de segurança é que, sempre que o ângulo do veio seja superior ou igual a 10°, deve-se aplicar um segundo veio para reforço (Figura 82). Isto é válido também quando o ângulo é inferior a 10°, mas o curso da extração superior a 200 mm. Nos movimentos à extração dos moldes com dupla extração, em que a inclinação do veio seja superior ou igual a 10° e o curso da extração superior a 200 mm, é obrigatório aplicar veio de reforço. Este tipo de mecanismo está ligado à extração e funciona com carrinhos de deslize (Grupo Simoldes, 2016).



Figura 81 - Movimentos à extração (DT IGM, 2016)



Figura 82 - Movimentos à extração com veio de reforço (DT IGM, 2016)

2.2.11.6 Movimentos à extração com funcionamento linear (substituto e evolução dos inclinados)

Este mecanismo é recente e foi lançado pela Cumsa, sendo designado por *double rack* (DR) (Figura 83). Tem o funcionamento e montagem de um levantador, já que funciona junto com o avanço e recuo da extração em movimento linear e ao mesmo tempo. Devido a uma dupla cremalheira, tem na prática o resultado de um movimento à extração, porque desmolda a contra-saída. É um componente excepcional, já que a nível de projeto se ganha tempo e reduz o espaço necessário que um movimento à extração convencional necessitaria. Porém, não tem aplicabilidade em 100% dos moldes porque este mecanismo, neste momento, está pré-definido para extrações em que o seu vão tem altura de 100 ou 125 mm. Contudo o fornecedor elabora o mecanismo para cursos de extração “especiais”, o que implica maiores custos (Cumsa, 2017).



Figura 83 - *Double rack* da Cumsa (DT IGM, 2016), (Cumsa, 2017)

2.2.11.7 Movimento submarino com cunha e corredeira

Os movimentos submarinos com cunha e corredeira (Figura 84) têm uma aplicabilidade específica, já que são aplicáveis praticamente apenas em molde com pré-abertura. Ao dar-se a pré-abertura, a cunha faz o acompanhamento deste primeiro movimento, fazendo com que o submarino deslize na corredeira e seja sustentado por uma segunda cunha, dando-se assim a desmoldagem da contra-saída antes da abertura do molde (Grupo Simoldes, 2016).

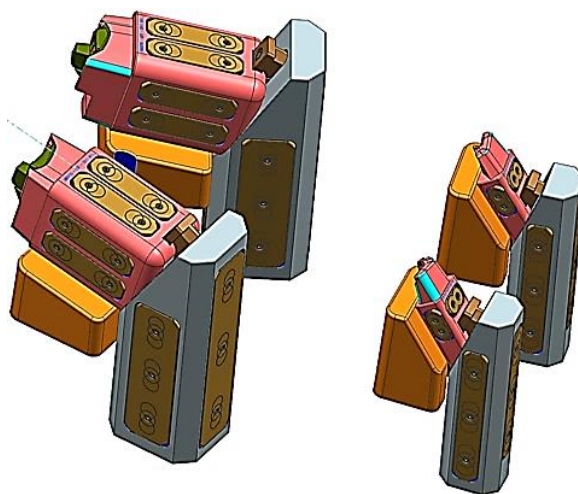


Figura 84 - Movimentos submarinos com cunha e corredeira

2.2.11.8 Movimentos com *comes*

Os movimentos com *comes* (Figura 85) utilizam-se quando existe a necessidade de controlar os movimentos na posição de desmoldagem, através de controladores de fim de curso. O micro-switch da *came* terá de ser acionado, imediatamente antes de se iniciar o deslocamento do movimento (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

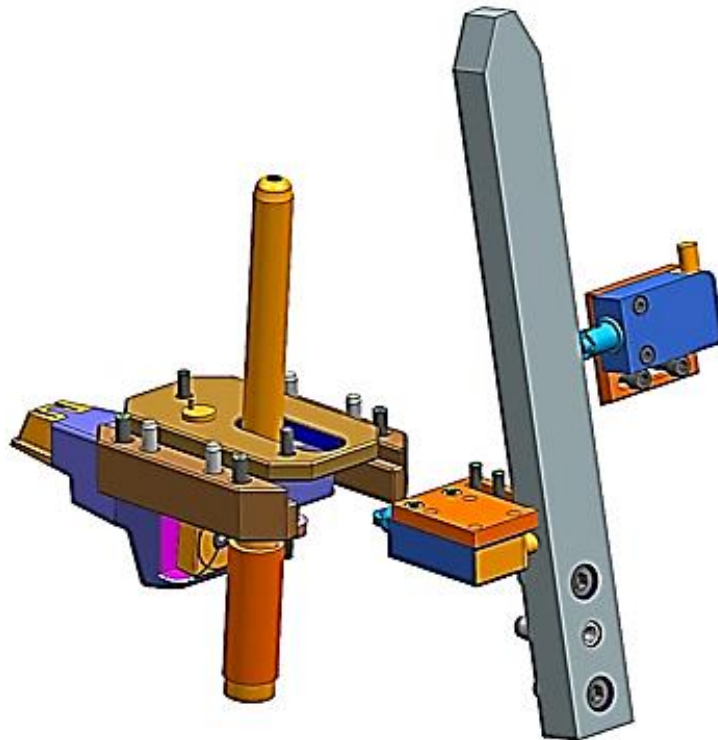


Figura 85 - Movimentos com *came* (DT IGM, 2016)

2.3 Segurança, transporte e manuseamento

O molde deve ser transportado e manuseado em condições de segurança. Para isso, é imperativo colocar uma barra de segurança pintada a vermelho (cor de alerta) e com a identificação do molde no lado do operador (Figura 86). Em casos de moldes de grandes dimensões, poderá ser colocada uma segunda barra no lado oposto ao operador, contudo, deverá existir uma chapa de alerta (Figura 86) à segunda barra de segurança e à vista do operador, para evitar acidentes. As barras têm de ser projetadas e montadas num local de fácil acesso, para o operador as remover depois do molde estar montado na máquina de injeção (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

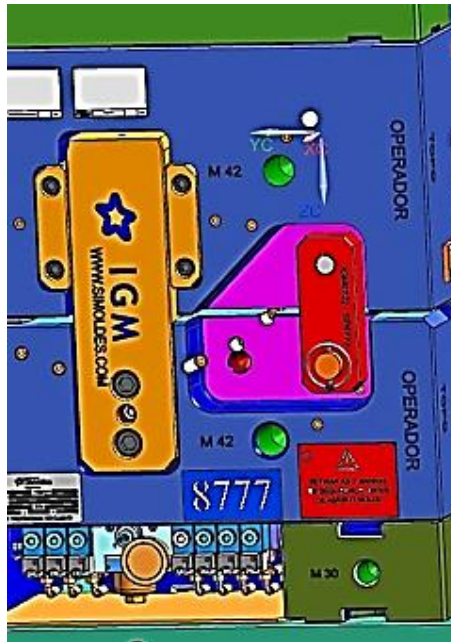


Figura 86 - Barra de segurança e chapa de alerta de uma segunda barra no lado oposto (DT IGM, 2016)

Todas as placas da estrutura do molde, assim como os acessórios pesados (aconselhado para massas superiores a 10 kg), devem conter olhais (Figura 87), tanto para transporte como para manuseamento (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

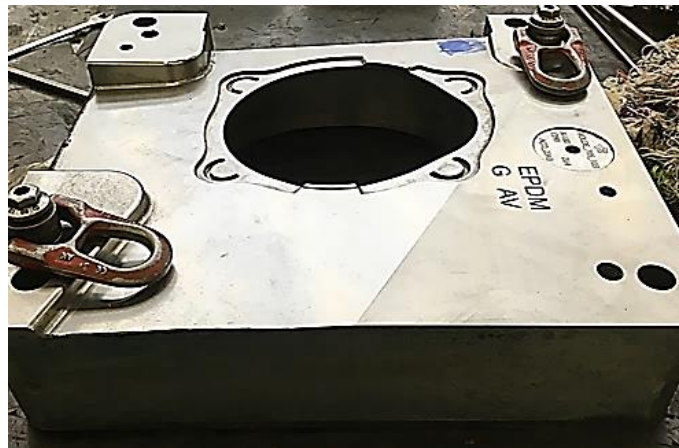


Figura 87 - Bloco de aço com olhais de transporte e manuseamento

Para o içamento de moldes até 4 T pode-se usar apenas um olhal central. Acima deste peso, devem-se usar mais olhais, afim de permitir manobrar o seu centro de gravidade (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

Todavia, o molde deverá possuir pés de forma a garantir que o lado da cavidade, lado do macho e o próprio molde, fiquem em segurança e equilíbrio, quando apoiados no chão de fábrica. Estes devem estar embutidos entre 10 a 15 mm no aço (Figura 88), de

forma a garantir a menor probabilidade de fratura (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

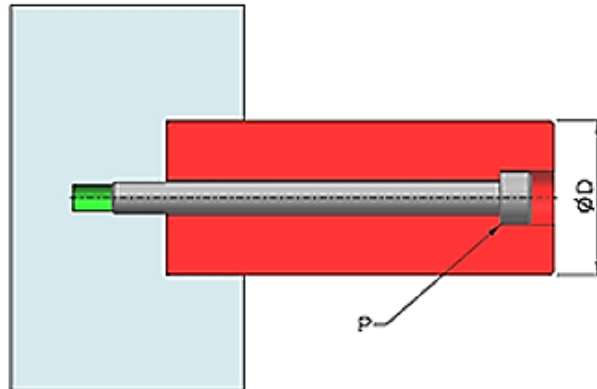


Figura 88 - Pés do molde

2.4 Dimensionamento no projeto de moldes para a injeção de polímeros

Na fase de projeto, é deveras importante o bom dimensionamento de todos os elementos do molde. Numa fase posterior, acaba por vir à tona todo o trabalho do engenheiro projetista, tanto nos custos envolvidos no fabrico do molde, como nos tempos de concretização. A redução de alterações a realizar no Relatório de Ensaio e Correções (REC) após o final no molde deve-se, em grande parte, ao bom dimensionamento (Grupo Simoldes, 2016).

2.4.1 Cálculo da força de fecho para máquinas de injeção

Na escolha da máquina de injeção tem que se ter vários fatores em consideração, tais como:

- Tipo de injeção para uma determinada peça;
- Distância máxima entre colunas (vertical e horizontal);
- Força de fecho necessária.

É possível executar o cálculo da força de fecho, o que é de elevada relevância, já que visa uma correta seleção da aptidão da máquina de injetar. Esta força tem a função de manter o molde fechado durante a injeção e pode ser determinada através da seguinte expressão (Sandretto, 2015):

$$F_f = \frac{AP * PM * KM * Ncav * CS}{1000} \quad (1)$$

Onde:

- F_f – Força de fecho [N];
- AP – Área projetada [mm²];
- PM – Pressão média de injeção [MPa];
- KM – Constante relativa ao tipo de material (Tabela 16);
- $Ncav$ – Número de cavidades;
- CS – Coeficiente de segurança (entre 1,10 e 1,20).

Tabela 15 - Relação entre pressão de injeção, espessura da parede da peça e percurso do material ao longo da cavidade, ξ^1 (Manrich, 2005)

ξ	Espessuras em (mm)																			
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,5	4,0
	Pressão na cavidade (Kg/cm ²)																			
50:1	270	240	220	200	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
75:1	400	375	325	300	270	240	220	200	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
100:1	480	450	400	370	340	300	290	280	250	230	210	190	180	180	180	180	180	180	180	180
150:1	720	670	580	530	480	440	425	400	375	360	340	320	260	220	210	180	180	180	180	180
200:1	900	850	750	720	700	630	580	520	500	450	430	410	360	320	290	260	240	220	180	180
250:1	1050	1000	900	850	800	700	660	620	560	530	500	480	420	360	330	300	275	250	225	200

Tabela 16 - Valores das constantes de KM (Manrich, 2005)

Material	Constante KM
PA, PE-HD, PE-LD, PS, PP	1
SAN, ABS, CA, POM, SB	1,5
PC, PMMA, PPO, PVC	2

2.4.2 Dimensionamento dos calços

Os calços normalmente formam uma espécie de U (Figura 89) no sistema de extração da peça, logo, para os dimensionar eficientemente, é imprescindível saber quais as tensões a que vão estar sujeitos (Harada, 2004):

¹ Razão entre percurso ou comprimento de fluxo e espessura da peça.

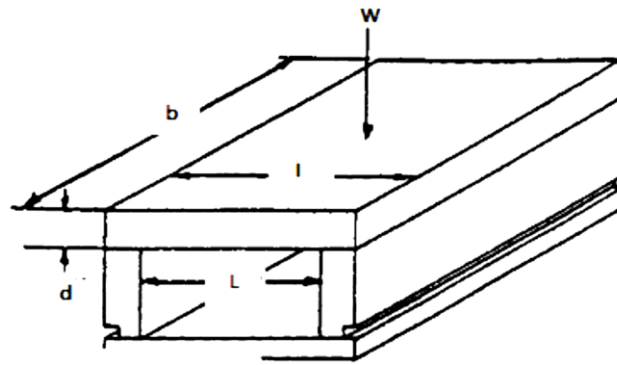


Figura 89 - Dimensionamento dos calços (Harada, 2004)

$$\sigma_{adm} = \frac{WL}{8Z} \quad (2)$$

$$Z = \frac{Bd^2}{6} \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Onde:

- A – Área [mm²];
- B – Comprimento da placa [mm];
- C – Largura da placa [mm];
- d – Espessura da placa [mm];
- L – Distância entre calços [mm];
- W – Força aplicada [N];
- Z – Módulo de resistência à flexão [mm³];
- σ_{adm} – Tensão admissível [MPa];
- σ – Tensão [MPa].

2.4.3 Dimensionamento dos extratores

Para o dimensionamento de extratores, pode-se executar o cálculo de como uma coluna sujeita a encurvadura se tratasse. Desta forma, recorre-se ao critério de *Euler* (Rosato, 2012):

$$F = \frac{m \pi^2 E I}{L^2} \quad (5)$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \quad (6)$$

Onde:

- E – Módulo de Young [MPa];
- F – Força a que o extrator está sujeito [N];
- I – Momento de Inércia à flexão [mm⁴];
- L – Comprimento do extrator [mm];
- m – Constante (Figura 90);
- r – Raio do extrator [mm].

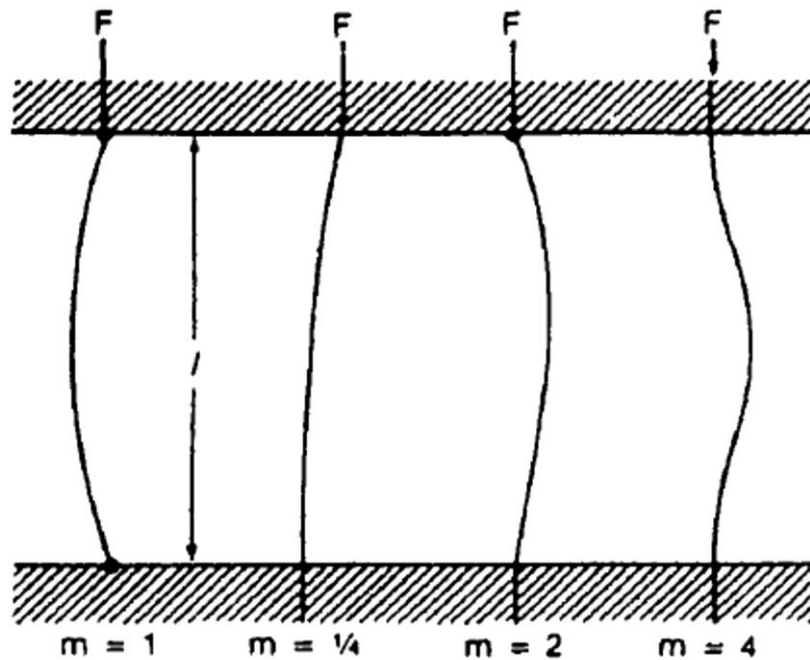


Figura 90 - Diagrama de constantes m (Rosato, 2012)

Porém, este cálculo deverá ter em conta outros fatores, ou seja, terá de existir um compromisso entre os extratores e os outros elementos que desempenham funções similares, como os pernos de retorno, levantadores e os próprios movimentos à extração.

2.4.4 Cálculo da força de extração

A força de extração necessária para a remoção da peça moldada e contraída, pode ser determinada pela seguinte expressão (Rosato, 2012):

$$F_e = \frac{St E A \mu}{d \left(\frac{d}{2t} - \frac{d}{4t} \nu \right)} \quad (7)$$

$$St = (\alpha \Delta T) d \quad (8)$$

Onde:

- A – Área de contacto entre peça e molde [mm^2];
- d – Diâmetro do círculo equivalente ao perímetro da cavidade [mm];
- E – Módulo de Young [MPa];
- Fe – Força extração [N];
- St – Contração térmica do plástico relativamente ao diâmetro [mm];
- t – Espessura da peça [mm];
- α - Coeficiente de expansão térmica [K^{-1}];
- ΔT – Diferença de temperatura entre a injeção e a extração da peça [K].
- μ – Coeficiente de atrito entre o plástico e o aço;
- ν – Coeficiente de Poisson do plástico.

2.4.5 Cálculo do tempo de arrefecimento da peça

O tempo de arrefecimento varia entre 50 a 75% do tempo de ciclo, e é de extrema importância conseguir reduzi-lo ao mínimo (Figura 91), sabendo as propriedades dos materiais (Tabela 17). Para calcular esse tempo, usa-se a seguinte expressão (Glanvill & Denton, 1970):

$$\theta = \frac{-t^2}{2 \pi \alpha} \cdot \log\left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{T_x - T_m}{T_c - T_m}\right)\right] \quad (9)$$

Onde:

- t – Espessura da peça [cm];
- T_c – Temperatura cilindro [$^{\circ}\text{C}$];
- T_m – Temperatura do molde [$^{\circ}\text{C}$];
- T_x – Temperatura de extração da peça [$^{\circ}\text{C}$];
- α – Difusividade térmica [cm^2/s];
- θ – Tempo mínimo arrefecimento [s].

Tabela 17 - Propriedades térmicas de alguns polímeros

	k	ρ	Cp	α^2	α_p^2	Tx
Poliestireno para fins gerais	3,0	1,06	0,32	8,86	1,34	90
Poliestireno endurecido	2,0	1,06	0,33	5,72	0,89	80
Polietileno de baixa densidade	8,0	0,92	0,55	15,8	2,45	60
Polietileno de alta densidade	3,0	0,96	2,0	1,56	0,242	90
Polipropileno	3,3	0,91	0,46	7,9	1,23	90
Acrílico	5,0	1,18	0,35	12,1	1,88	85
Poliamida	5,5	1,1	0,4	12,5	1,96	160
Acetato de celulose	6,0	1,3	0,35	13,2	2,05	70
Butirato acetato de celulose	6,0	1,18	0,35	14,5	2,28	70
P.V.C. ²	3,5	1,3	0,35	7,7	1,2	-
Estireno acrilonitrilo	2,9	1,08	0,35	8,15	1,26	90
A.B.S. ²	5,0	1,03	12,8	12,8	2,0	98

Onde:

- Cp – Calor específico [cal/°C/g];
- k – Condutividade térmica [W/m/K];
- Tx – Tempo mínimo arrefecimento [°C];
- α – Difusividade³ térmica [cm²/s/10⁻⁴];
- α_p – Difusividade³ térmica [pol²/s/10⁻⁴];
- ρ – Densidade [g/cm³].

² Propriedades particularmente dependentes da formulação

³ Valor aproximado, com base em $\alpha = k\rho C_p$

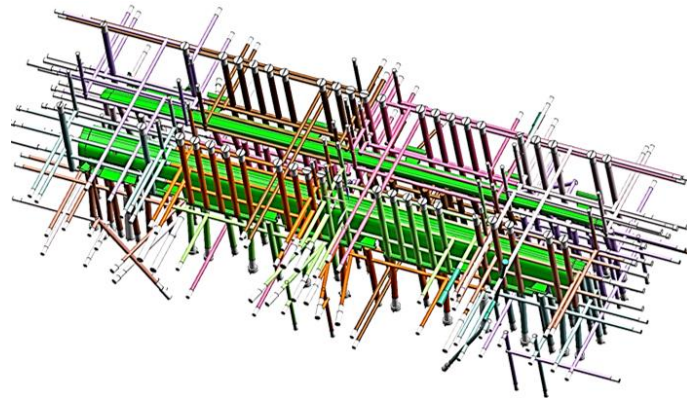


Figura 91 - Peças refrigeradas eficientemente, com diversos circuitos diferenciados por cores

2.4.6 Cálculo do caudal do fluido de arrefecimento

O arrefecimento dá-se por transferência de calor da peça para os circuitos de refrigeração (Figura 91), logo, saber o caudal do circuito para um arrefecimento favorável é fundamental (Ashby, 2011). O caudal do fluido essencial pode-se verificar através da seguinte expressão (Harada, 2004):

$$q = \dot{m} [Cp (T1 - T2) + L] \quad (10)$$

Onde:

- Cp – Calor específico do material plástico [kcal/kg°C];
- L – Calor latente de fusão [kcal/kg];
- \dot{m} – Quantidade de material injetado por segundo [kg/s];
- q – Quantidade de calor retirada [kcal/s];
- $T1$ – Temperatura de injeção do material [°C];
- $T2$ – Temperatura do molde [°C].

2.4.7 Considerações e dimensionamento da espessura mínima da cavidade

A cavidade deverá ter uma espessura que assuma um compromisso entre o aço, os circuitos de refrigeração e os demais acessórios, no entanto, a espessura mínima da cavidade pode ser calculada pela seguinte expressão (Harada, 2004):

$$t = \frac{5 W L^4}{32 E y h}^{1/3} \quad (11)$$

$$W = P h \quad (12)$$

Onde:

- E – Módulo de Young [MPa];
- h – Altura da cavidade [mm];
- L – Comprimento da cavidade [mm];
- P – Pressão na cavidade [MPa];
- t – Espessura mínima da cavidade [mm];
- W – Carga na face lateral da cavidade [N/mm];
- y – Deflexão permitida pela parede da cavidade [mm].

2.5 Estruturas e acessórios *standard*

As estruturas e acessórios *standard* estão cada vez mais em voga, isto devido à saturação de trabalho na indústria dos moldes, na metalomecânica. Desta forma, consegue-se combater as pressões inerentes aos prazos estabelecidos para cada projeto, assim como efetuar de forma indireta uma redução de custos operador/máquina. Atualmente existe uma elevada multiplicidade deste tipo de componentes. Nos dois subcapítulos seguintes serão referidos os mais importantes, na ótica do projetista.

2.5.1 Processamento das estruturas *standard*

Estrutura

De entre os vários fornecedores, é de salientar a DME e a Meusburger devido à qualidade, prazos e fiabilidade. A Meusburger emprega o tratamento térmico de recozimento em todas as peças *standard*, garantindo uma redução de tensões, logo, uma maquinação com reduzido nível de deformação. Grande parte das estruturas para moldes comercializadas são em bloco (Figura 92), onde basicamente se necessita de maquinar as gravações e movimentos no macho e cavidade (Meusburger, 2017).



Figura 92 - Estrutura *standard* (Meusburger, 2017)

2.5.2 Processamento dos acessórios *standard*

Acessórios (refrigeração, extração, injeção, moldantes, sensores e fichas elétricas)

Os acessórios *standard* podem ser assegurados por vários fornecedores que garantem uma total fiabilidade, desde a Staubli, Parker, Rabourdin, DME, Hasco, HPS, i-mold, Cumsa, Sankyo, Balluff, Harting, Synventive, entre outros.

Os acessórios *standard* de **refrigeração** (Figura 93), como os conectores fixos, conectores de ligação rápida, distribuidores de fluido e tubo flexível, são por norma adquiridos aos fornecedores que garantem uma maior eficiência, qualidade e prazo de entrega (Staubli, 2017, e Parker, 2017).



Figura 93 - Conectores fixos e de ligação rápida (Staubli, 2017)

Acessórios de **extração**, normalmente guias, casquilhos (Rabourdin, 2017, e DME, 2017), (Figura 94), extratores, pernos de retorno (Hasco, 2017) e cilindros hidráulicos (HPS, 2017) (Figura 96) são usados em mais de 90% dos moldes (Grupo Simoldes, 2016). Os carrinhos (Figura 95) de deslocamento dos movimentos à extração (Sankyo, 2017) nem sempre são usados e, além disso, tem-se a alternativa dos acessórios DR (Cumsa, 2017). São acessórios facilmente substituíveis em caso de dano, isto por serem *standard*, apresentando prazos curtos de entrega, com a exceção dos cilindros hidráulicos e carrinhos de deslocamento.



Figura 94 - Acessórios *standard* (DME, 2017)



Figura 95 - Carrinho (Sankyo, 2017)



Figura 96 - Cilindro hidráulico (HPS, 2017)

O sistema de **injeção** de um molde é um acessório simples ou complexo, dependendo da peça em causa, contudo, pode-se considerar que os *standards* são os simples (Figura 98), pelo motivo de os complexos requererem várias trocas de *e-mails* até se chegar a um sistema fiável. Hoje em dia, estes já vêm com a placa intermédia incorporada (maquinagem final) (Figura 97), ou seja, o DT não necessita de encomendar a placa, nem enviar dados de maquinaria para a oficina (Synventive, 2017).

Figura 97 - Sistema não *standard* (Synventive, 2017)Figura 98 - Bico *standard* (Synventive, 2017)

Os acessórios *standard moldantes* (que fazem gravação) são mais comuns em postigos, como o caso dos de injeção (Figura 99) ou em torneiras de distribuição do fluxo de material injetado (Figura 100), as quais regulam as cavidades que se pretende preencher. Normalmente, são acessórios que se adquirem semiacabados, visto a maquinaria final ser executada na empresa, já com o acessório montado no molde, enquanto a maquinaria árdua e demorada (canal de injeção *bayer*) já vem executada pelo fornecedor (i-mold, 2017).

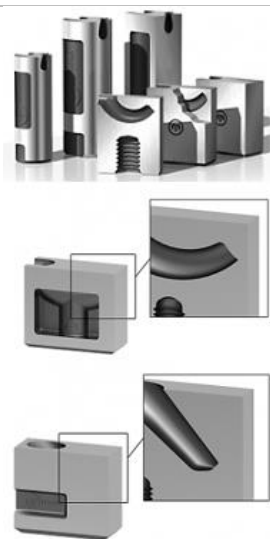


Figura 99 - Postigos de injeção (i-mold, 2017)

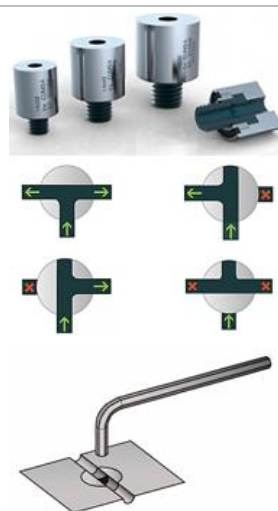


Figura 100 - Torneira (i-mold, 2017)

Os **sensores e fichas elétricas** nos moldes, são geralmente usados para o controlo de deslocamentos, como o caso do avanço e recuo da extração, moldagem e desmoldagem executados por movimentos (Balluff, 2017, e Harting, 2017). As fichas elétricas (Figura 102) permitem a ligação destes *micro-switches* (Figura 101) ao circuito elétrico da máquina de injeção.



Figura 101 - *Micro-switches*
(Balluff, 2017)

Figura 102 - Caixas e fichas
elétricas (Harting, 2017)

2.6 Texturização do molde

A texturização é uma das tecnologias usadas para modificar uma superfície de uma peça concebida por injeção. Tem como uma das grandes líderes mundiais a empresa Mold-Tech. Porém, antes da texturização do molde, deverá ser feito um polimento para suprimir todas as marcas de maquinaria e de erosão. Os objetivos deste processo são os fins decorativos, técnicos e funcionais. É bastante usado na indústria automóvel, em peças visíveis, normalmente peças do interior do veículo (Mold-Tech, 2017).

Presentemente, a texturização de ferramentas para a moldagem de plásticos baseia-se fundamentalmente em cinco tecnologias (Mold-Tech, 2017):

- Texturização de granalhas abrasivas;
- Texturização por eletroerosão;
- Texturização por fresagem a alta velocidade;
- Texturização por maquinaria a laser;
- Texturização química.

Contudo, a tecnologia usada na indústria automóvel, devido à sua polivalência, é a texturização química. No entanto, é necessário ter em consideração que antes da texturização, nunca se devem efetuar as seguintes operações em zonas a texturar (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Cromagem;
- Nitruração;

- Soldadura;
- Tratamentos químicos.

A texturização química permite obter formatos particulares e gerar desenhos em relevo característicos em peças visíveis (Figura 103), dando uma maior visibilidade e atração ao veículo. A textura embeleza significativamente as peças plásticas (Figura 104).



A texturização diminui nitidamente a reflexão da luz pela superfície, ao contrário do que acontece com o polimento, já que este promove o brilho devido às peças serem lisas. Peças com relevos superficiais (Figura 105) tornam-se mais robustas, aderentes, dificultam a visualização de um possível defeito e têm maior resistência à abrasão (Grupo Simoldes, 2016).



Figura 105 - Amostra de textura de uma peça produzida na IGM (DT IGM, 2016)

2.6.1 Placa testemunho de textura

Os moldes que necessitem de textura, devem possuir na cavidade (Figura 106), um alojamento testemunho da textura, ou seja, é maquinado um retângulo ou quadrado (Figura 107) com medidas indicadas pelo cliente e depois executada a textura nesse alojamento, aquando da execução na zona de gravação (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

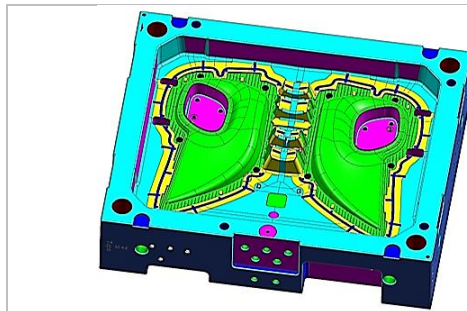


Figura 106 - Cavidade, zonas visíveis das peças a texturar (DT IGM, 2016)

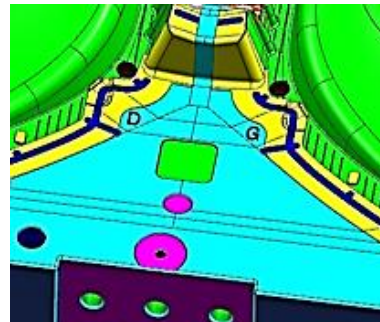


Figura 107 - Placa testemunha de textura entre peças (DT IGM, 2016)

A função desta placa testemunho da textura (Figura 107) é a realização da comparação de desgastes, isto é, ao fim de um determinado tempo que poderá ser de meses ou anos, ou até mesmo pela análise da qualidade da peça, serão executadas medições rigorosas na zona de gravação (zona de desgaste) e comparadas com medições na placa testemunho da textura, a qual não sofrerá qualquer tipo de desgaste. Concluídas as medições, serão tomadas decisões consoante os resultados obtidos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

2.7 Materiais para construção de um molde

Na construção de moldes para injeção de plástico, é necessário executar um estudo prévio sobre os materiais a aplicar, pensar na função que será desempenhada por esse material, de forma a conjugar a fiabilidade/preço/qualidade. Na indústria atual, o cliente apresenta uma FEM (Anexo 6.6), a qual identifica os materiais a usar durante a construção, no entanto, não é imperativo seguir à risca esta informação, já que existem materiais equivalentes. Contudo, o uso de materiais com propriedades inferiores às indicadas não é permitido (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016).

Os moldes trabalham a altas pressões de injeção, assim como, forças de fecho. Assim, é necessário contrariar esses esforços. Devido aos milhares de ciclos a que estarão sujeitos

durante o tempo de vida útil, o uso de materiais adequados é fundamental para uma maior durabilidade e performance dos mesmos.

Todavia, os materiais são estudados ao detalhe e selecionados criteriosamente para que executem os requisitos pretendidos, logo, para uma seleção eficiente, devem-se ter em consideração fatores importantes como os que se seguem:

- Disponibilidade no mercado: é extremamente importante a disponibilidade quase imediata do material, os prazos da concepção dos moldes são cada vez mais curtos, perdem-se e ganham-se clientes por este fator.
- Elevado ponto de fusão: o material do molde, dependendo da sua localização e função, deverá exibir a capacidade de suportar o ponto de fusão dos polímeros injetados sem perder propriedades.
- Processo de fabrico: o aço pode ser encomendado em bruto, retificado ou maquinado, dependendo da sua finalidade, logo, é preponderante ter em conta o processo de fabrico do componente. A maior parte do molde é aço de estrutura ou acessórios. Desta forma, o aço deve admitir boa maquinagem, soldadura quando necessário e bom acabamento.
- Qualidade superficial: é imperativo uma excecional qualidade na gravação do molde, logo, o polimento tem um papel fundamental neste fator. Deverá ser executado um polimento minucioso nas superfícies de gravação especialmente nas superfícies que gravarão a parte visível da peça plástica, normalmente na cavidade.
- Resistência a esforços: o molde em funcionamento gera esforços, derivados da pressão de injeção e força de fecho. Para combater estes esforços de compressão, flexão e fadiga é essencial uma boa seleção do material que suporta os esforços, assim como daqueles que auxiliam nessa função.
- Resistência ao desgaste: todos os movimentos, independentemente do seu tipo, promovem deslizamento entre aço, logo, os aços selecionados para componentes deslizantes devem permitir tratamentos térmicos para combater o desgaste. Neste caso, é recomendável uma nitruração. Os postigos de gravação, assim como, os dos bicos de injeção ou dos canais de alimentação (quando aplicável), basta serem do mesmo material dos blocos em que estão inseridos.

Os diagramas de Ashby permitem e auxiliam a ter uma melhor percepção da aplicação de materiais em cada caso específico, através da comparação de pares de propriedades (Figura 108).

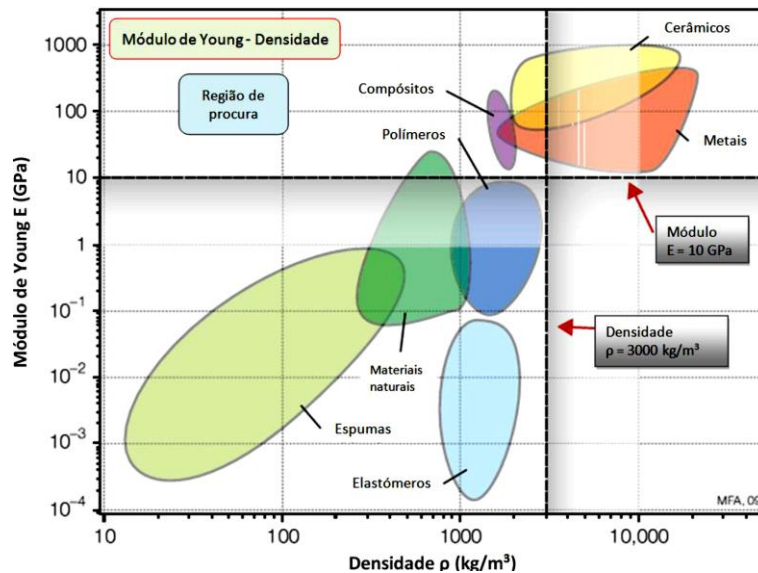


Figura 108 - Diagrama de Ashby (Ashby, 2011)

A análise do diagrama de Ashby (Figura 108), permite fazer a seguinte leitura:

- Módulos de elasticidade superiores a 10 GPa, deve-se optar por materiais cerâmicos, compósitos ou metais;
- No entanto, devido ao impacto a que os componentes vão estar sujeitos, é necessário excluir os cerâmicos e, devido às elevadas temperaturas do molde, deve-se excluir os compósitos de matriz polimérica;
- Assim, fica-se confinado à utilização de materiais metálicos;
- Os materiais metálicos apresentam elevada tenacidade, alta temperatura de fusão, boa resistência ao impacto e elevada dureza, sendo todas estas características indispensáveis aos moldes de injeção de plástico.

2.8 Estudo de enchimento, *moldflow*®

As peças plásticas são cada vez mais complexas, logo, os moldes estão mais preenchidos com mecanismos, de forma a alcançar o resultado pretendido. Devido às dificuldades que derivam do desenvolvimento implementado na conceção de peças, foram desenvolvidos *softwares* de simulação do processo de injeção (CAE – *Computer Aided Engineering*), como tempo de enchimento (Figura 110), temperatura da zona frontal de avanço do material, deformações previstas, pressão de injeção (Figura 112), força de fecho (Figura 111) entre outros, ou seja, possibilitam prever o comportamento que o

material plástico admite aquando da injeção (Finger & Dixon, 1989). A utilização deste tipo de *software*, funciona como ferramenta de prevenção, assim como de otimização de processos. Normalmente, o estudo *moldflow*[®] já é facultado pelo cliente, possibilitando ao engenheiro projetista verificar as devidas simulações. Contudo, quando ocorre algum imprevisto entre o desenvolvimento do projeto e o estudo *moldflow*[®] (KEVREKIDIS, 2004), executa-se um pedido de alteração, como por exemplo a deslocação de alguns pontos de injeção, e envia-se ao cliente para aprovação (Grupo Simoldes, 2016). Os *softwares* mais comuns neste tipo de estudos são o *Moldflow* da Autodesk[®] e *SolidWorks Plastics* da Dassault Systèmes[®].

Para o correto funcionamento, o utilizador deverá inserir dados específicos para a simulação da injeção e respetivas derivações (Davidson, 2005):

- Caudal do fluido de refrigeração e a respetiva temperatura de entrada;
- Força de fecho da máquina de injeção;
- Material a injetar;
- Modelo 3D da peça a produzir;
- Pressão de injeção;
- Sistema de alimentação, pontos de injeção e respetiva localização;
- Temperatura do molde;
- Temperatura de injeção do polímero.

Todavia, após correr o *software* de simulação, prevê-se os seguintes dados (Davidson, 2005):

- Cálculo do tempo de ciclo;
- Localização das linhas de união de material;
- Localização de ar aprisionado;
- Melhor zona para injetar a peça;
- Previsão da ocorrência de marcas de chupagem ou rechupe;
- Temperatura da zona frontal de avanço do material;
- Tempo de enchimento da peça (Figura 110);
- Tempo de pressão de fecho e a própria pressão de fecho, com o decorrer do tempo (Figura 111);
- Tempo de pressão de injeção e a própria pressão, com o decorrer do tempo (Figura 112);
- Volume de injeção.

Um exemplo de uma análise de peça (molde projetado e concebido na IGM) num *software* CAE, mais precisamente no *Moldflow* da Autodesk[®], pode ser observado

seguidamente, onde é possível ver o enchimento da peça de forma homogênea (Figura 109) e o respetivo tempo necessário (Figura 110).

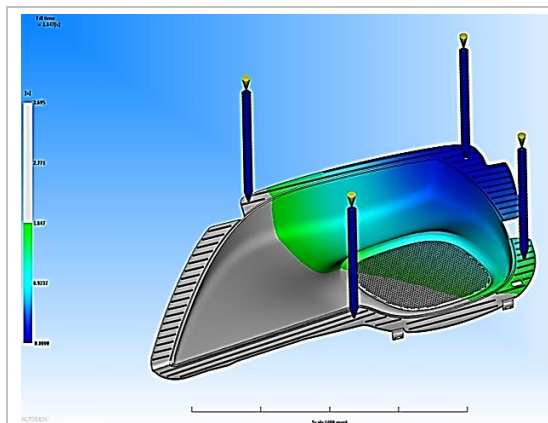


Figura 109 - Software a correr com a simulação de enchimento da peça (DT IGM, 2016)

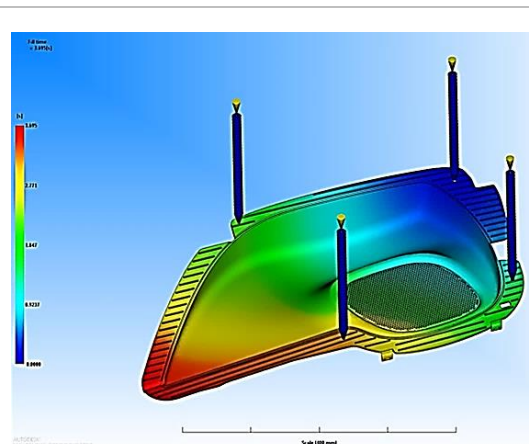


Figura 110 - Enchimento da peça finalizado e respetivo tempo (3,695 s) (DT IGM, 2016)

No caso específico da peça da Figura 110, com o *Moldflow* da Autodesk® entre muitos outros dados, pode-se verificar que contemplam o tempo de pressão de fecho e a própria pressão de fecho com o decorrer do tempo (Figura 111), assim como o tempo de pressão de injeção e a própria pressão com o passar do tempo (Figura 112).

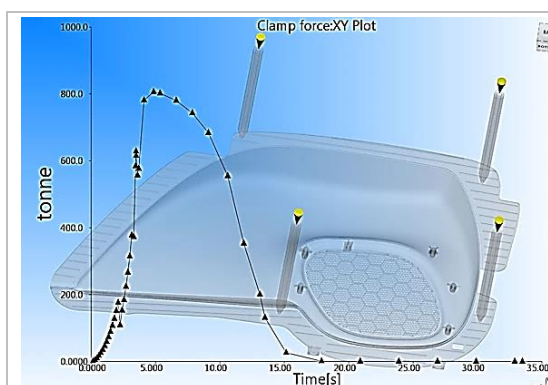


Figura 111 - Força de fecho e respetivo tempo

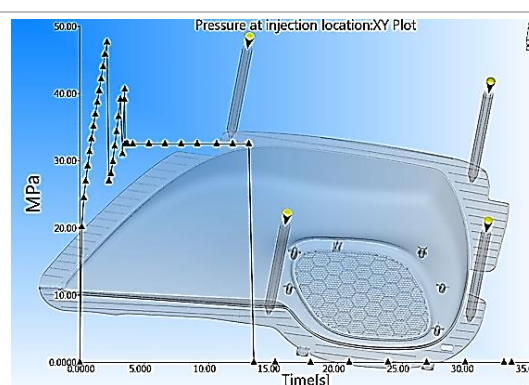


Figura 112 - Pressão de injeção e respetivo tempo

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Objetivos específicos do trabalho prático
- 3.2 Caracterização da empresa
- 3.3 Projeto do molde: fase preliminar – receção e análise dos ficheiros da peça
 - 3.4 Requisitos impostos pelo cliente
 - 3.5 Contração dos materiais poliméricos
 - 3.6 Estudo *moldflow*[®]
 - 3.7 Pedido dos sistemas de injeção
 - 3.8 Projeto do molde: fase modulação
 - 3.9 Projeto do molde: fase de desenho final
 - 3.10 Fabrico do molde
 - 3.11 Seleção de materiais
 - 3.12 Dimensionamento do molde
 - 3.13 Avaliação de custos do molde
 - 3.14 Montagem do molde
 - 3.15 Esquemas elétricos do molde
 - 3.16 Ensaaios do molde

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Objetivos específicos do trabalho prático

O desenvolvimento que se segue tem como objetivo o projeto de um molde rotativo para a injeção de duas peças poliméricas bi-material (direita e esquerda) para a indústria automóvel. Ao desenvolver o projeto com *software* CAD (*Computer Aided Design*) de alto nível (*Unigraphics NX*), pretende-se otimizar a evolução de todo o molde, certificando-se oportunamente do aparecimento de possíveis inconvenientes, reduzindo o número de correções a realizar no molde e respetivos custos, após o ensaio do mesmo.

3.2 Caracterização da empresa

A IGM – Indústria Global de Moldes, S.A. (Figura 113) é uma das empresas do grupo Simoldes, que se localiza na zona industrial de Santiago da Riba Ul, concelho de Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro.



Figura 113 - IGM

3.2.1 O Grupo Simoldes

O Grupo Simoldes foi fundado em 1959, a 30 de Novembro, liderado pelo Comendador António da Silva Rodrigues, através da Simoldes Aços, “casa mãe”, e da escola do Grupo Simoldes em Oliveira de Azeméis (Grupo Simoldes, 2015). Atualmente, é constituído por 20 empresas geridas pela família Rodrigues, além do Comendador, também pela sua esposa e filho, respetivamente Maria Aldina Fernandes Valente e Rui Paulo Valente Rodrigues, cujo negócio assenta em duas segmentações distintas - Moldes e Plásticos, empregando cerca de 3700 colaboradores, os quais estão distribuídos pelas empresas, como se documenta na Figura 114.

Nº de Colaboradores Grupo Simoldes 31.12.2014			
Divisão de Aços		Divisão de Plásticos	
SIMOLDES AÇOS	214	SIMOLDES PLÁSTICOS	700
MDA	312	PLASTAZE	281
IMA	149	INPLÁS	361
IGM	106	SP Polska	416
MECAMOLDE	55	SP France	216
ULMOLDE	68	SP France Engineering	10
ACS Alemanha	22	SP Deutschland Engineering	7
ACS França	4	SP Brasil (Curitiba – Paraná)	260
ACS Ibérica	2	SP Indústria (Caçapava - S. Paulo)	341
ACS Argentina	14	SP España	1
UPSA	28	Total	2593
SA Brasil	137		
Total	1111		
Total Colaboradores Grupo Simoldes			
3 704			

Figura 114 - Número de colaboradores do Grupo Simoldes (Grupo Simoldes, 2015)

O Grupo Simoldes iniciou a sua atividade como fabricante de artigos domésticos e brinquedos. Posteriormente, na década de 70, o Grupo começou a fabricar moldes para a indústria automóvel europeia, especificamente para países como França e Suécia, e clientes como a Volvo, a Saab e a Renault. Atualmente, cerca de 99% do trabalho do Grupo destina-se à indústria automóvel (Grupo Simoldes, 2015).

Ao longo de mais de meio século de existência, o grupo tem contribuído de forma preponderante para o atual posicionamento do setor, globalizando o seu mercado, fortalecendo e dignificando a imagem da indústria portuguesa a nível internacional (Figura 115). Este sucesso alcançado pelo setor tem sido assegurado através do seu desenvolvimento tecnológico, do correto planeamento da produção e controlo de qualidade, da modernização constante dos equipamentos em utilização, do investimento na formação profissional e pela crescente procura externa, motivada por

uma relação qualidade/preço/prazos de fornecimento competitiva (Neto, 2014, e Grupo Simoldes, 2015).

Aliado a uma equipa jovem e dinâmica, a divisão de moldes do Grupo produz e exporta para mais de 30 países, dos quais se destacam: França, Alemanha, Espanha, Suécia, Bélgica, Reino Unido, Suíça, Irão e Turquia. É considerada atualmente a maior construtora de moldes a nível europeu e um exemplo deste setor de atividade (Grupo Simoldes, 2015).

Tratando-se de uma indústria de precisão e face às exigências pouco comuns do segmento alvo, o Grupo Simoldes, contrariando a tendência de formar uma única e grande empresa fabricante de moldes para injeção, optou pela criação de várias unidades de produção independentes, com a mesma atividade, mas com um número limitado, quer de empregados, quer de capacidade de produção, flexibilizando assim a sua atividade e capacidade de adaptação às exigências de cada mercado (Grupo Simoldes, 2015).

Face à importância de alguns países para o grupo, o recurso a uma estrutura de fornecimento de serviços, melhorando a comunicação, quer verbal quer cultural, foi a estratégia adotada para colmatar a distância geográfica existente. Nesse contexto, na Alemanha, na França, na Inglaterra, na Escandinávia e em Espanha, mercados de grande importância para o grupo, foram instaladas dependências comerciais (*Advanced Customer Services* ou ACS), dirigidas por um *staff* qualificado e oriundo dos respetivos países, com competência para desempenhar funções técnicas e comerciais. Esta abordagem tem como objetivo promover uma maior reatividade face às exigências dos mercados, bem como ultrapassar, de um modo eficaz, possíveis barreiras culturais (Grupo Simoldes, 2015).

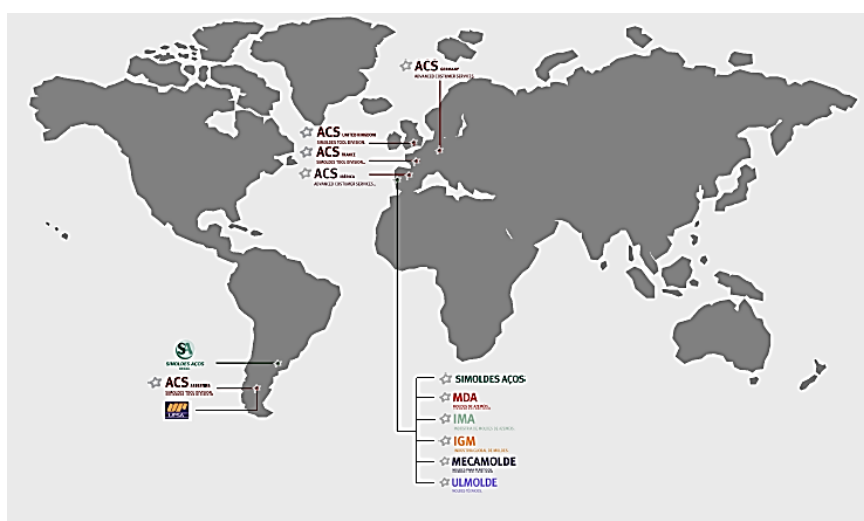


Figura 115 - *Tool Division* na Europa e América do Sul (Grupo Simoldes, 2015)

3.2.2 A empresa IGM

A IGM possui neste momento 109 colaboradores, distribuídos da seguinte forma: 3 administrativos, 79 na produção, 13 técnicos e 14 de apoio. A empresa funciona como um *job shop*, isto é, os produtos podem circular por várias máquinas/setores, sofrerem operações e voltarem a repetir os mesmos sítios para operações posteriores.

3.3 Projeto do molde: fase preliminar - receção e análise dos ficheiros da peça

As peças pertencem ao projeto designado por X74, o número de molde de cliente é o SP8659 e do fabricante é o IGM0705. O nome das peças são *Suppor-haut-parleu AV G* e *Suppor-haut-parleu AV D*, peça esquerda e direita, respetivamente (Figura 116).

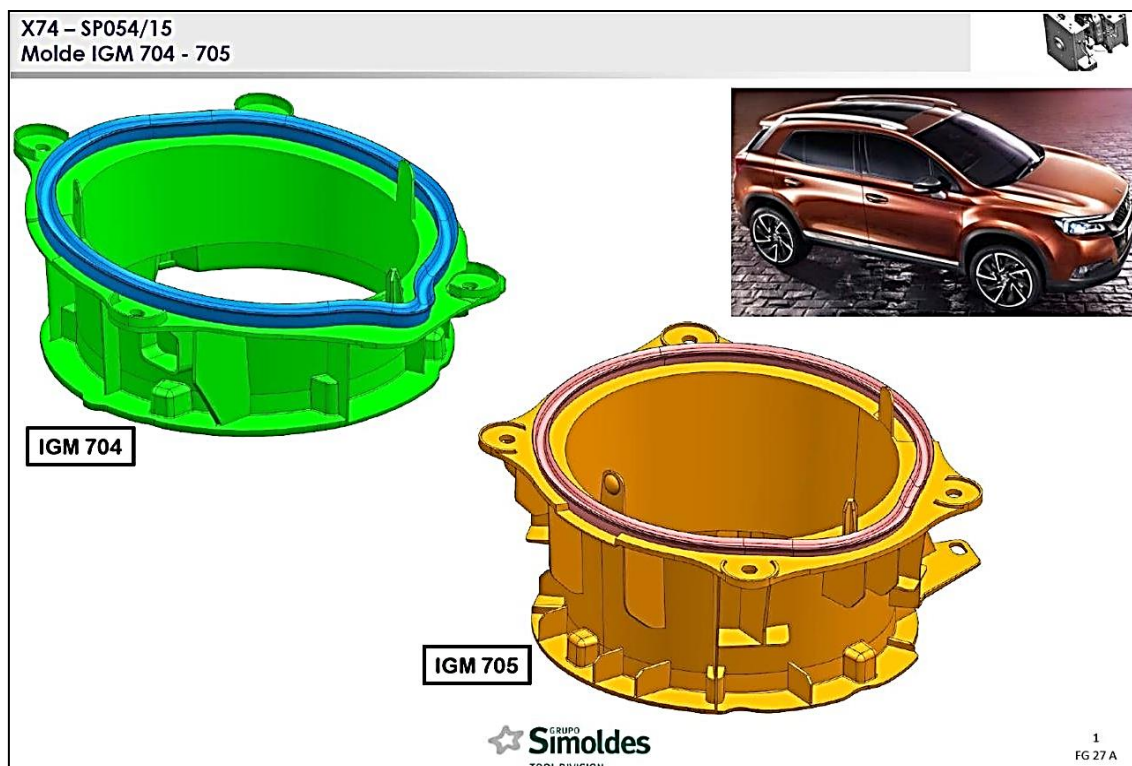
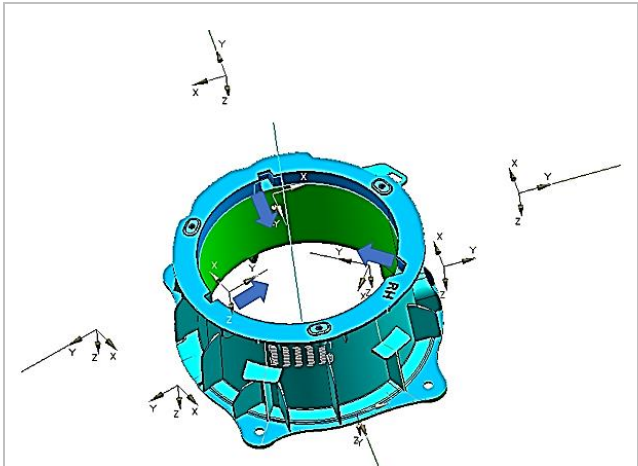
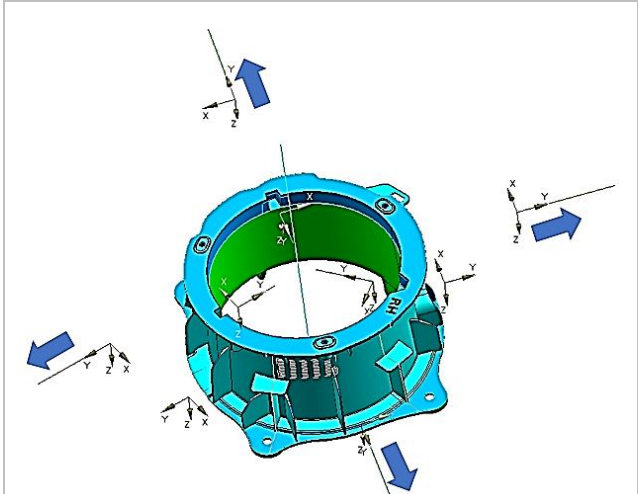


Figura 116 - Peça traseira, peça dianteira (IGM0705 dissertação) e DS7 Crossback – SUV

As peças em estudo e desenvolvimento nesta tese de mestrado são as IGM0705 (Figura 116), suportes dianteiros para as colunas do novo DS7 Crossback.

Após uma primeira análise, concluiu-se o seguinte (Tabela 18):

Tabela 18 - Pré-estudo das peças: SUPPOR-HAUT-PARLEU AV G/D

SUPPOR-HAUT-PARLEU AV G/D	
<div><p>Figura 117 - Previsão de movimentos à extração no interior da peça</p></div>	<p>É necessário conceber movimentos à extração no sentido do interior da peça (setas a azul escuro).</p>
<div><p>Figura 118 - Previsão de movimentos à extração/hidráulicos no exterior da peça</p></div>	<p>É necessário conceber movimentos no sentido do exterior da peça. Consoante o estudo e desenvolvimento, tem-se como prioridade movimentos à extração e posteriormente hidráulicos.</p>

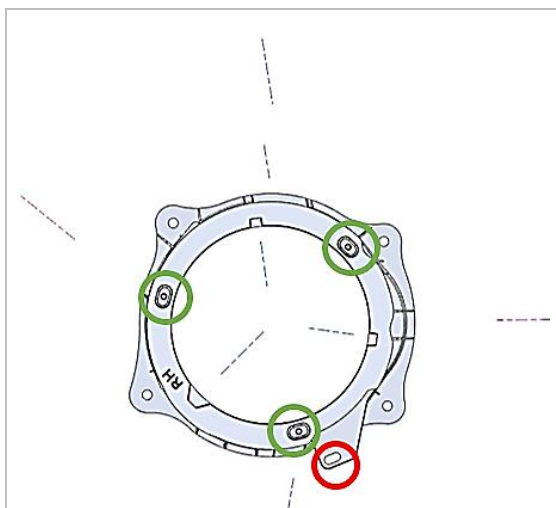


Figura 119 - Pernos fixos e mecanismo problemático

Estão identificadas a verde, zonas que necessitam de pernos fixos e extratores tubulares. A vermelho existe uma zona que envolverá muito estudo, já que, haverá um movimento que gravará o friso e, dentro desse movimento, ter-se-á um mecanismo que fará o furo.

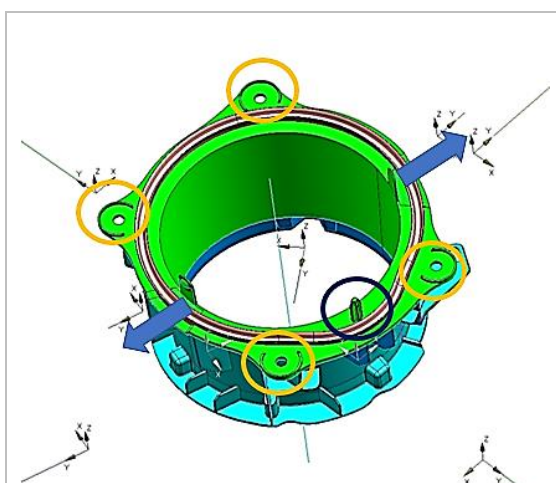


Figura 120 - Pré-estudo da peça no lado fixo

É indispensável um bom estudo para prever mecanismos que desmoldarão os *clips* de encaixe (setas azuis). Os círculos a cor de laranja identificam zonas que serão gravadas diretamente no aço da cavidade. O círculo a azul escuro identifica uma zona onde deverá ser previsto um postigo a gravar por meio indexador, para polimento.

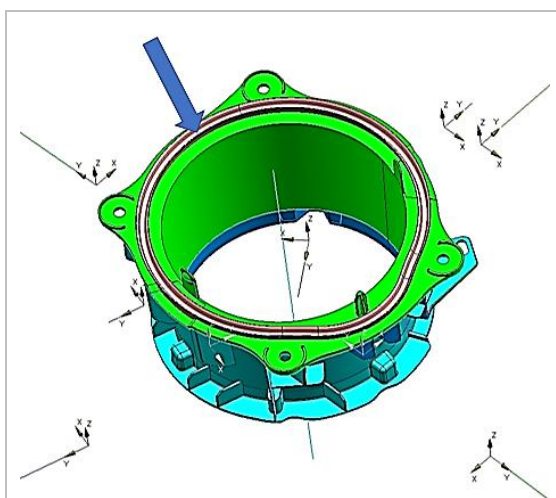


Figura 121 - Gravação do elastómero (EPDM)

A zona indicada, o EPDM, será gravada e desmoldada por esforço, através de postigos.

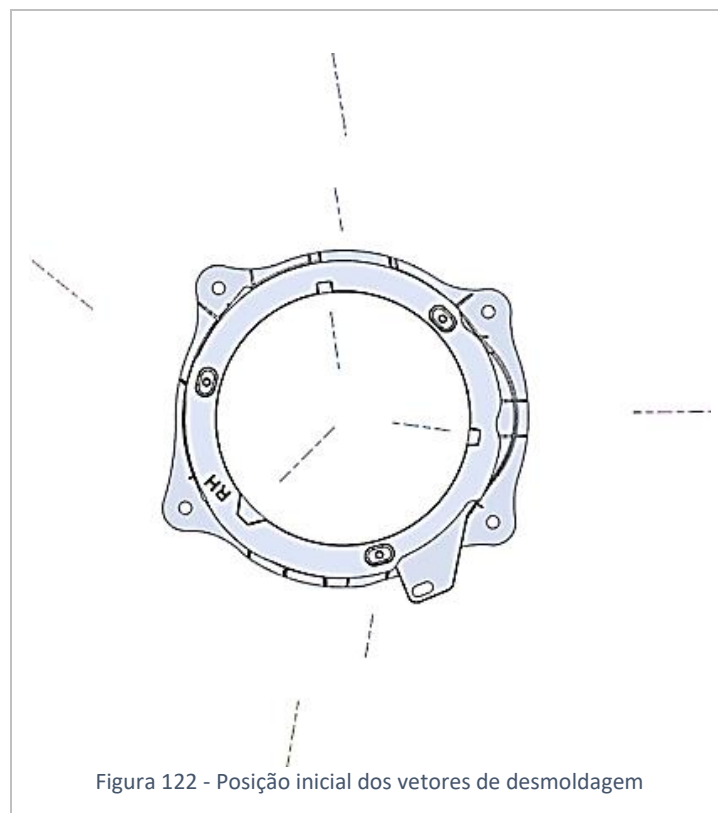
3.3.1 Decisões, reuniões com cliente e aprovações

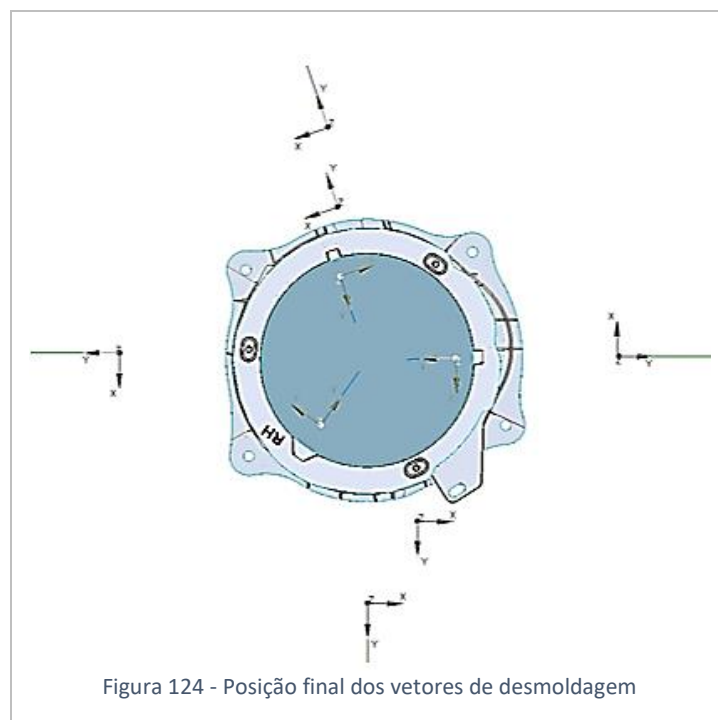
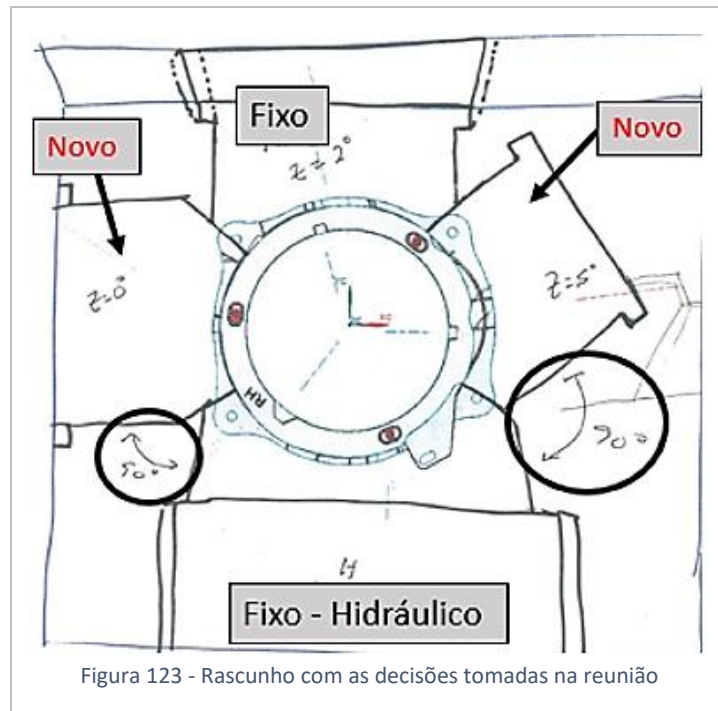
Decidiu-se propor melhorias e avançar com o desenho preliminar. Foram adotadas melhorias, essencialmente no reposicionamento dos eixos de desmoldagem (Figura 119) para ser exequível a elaboração do molde otimizado, já que este não pode exceder no lado móvel/rotativo as dimensões da placa traseira.

Todavia, com estas alterações dos eixos de desmoldagem, consegue-se passar a utilizar movimentos à extração tipo DR em detrimento dos movimentos hidráulicos em doze casos, ou seja, os custos serão bastante reduzidos devido ao custo dos hidráulicos e à consequente redução das dimensões do molde.

A alteração vetorial levou a uma reunião urgente com o cliente, já que os vetores indicam as desmoldagens ideais consideradas e elaboradas no estudo da peça. No entanto, não chegando a um consenso total, conseguiu-se modificar o possível, deixando o desenvolvimento do projeto melhorado, factível. Obteve-se a aprovação do cliente, após uma derradeira demonstração que previa o desenvolvimento futuro.

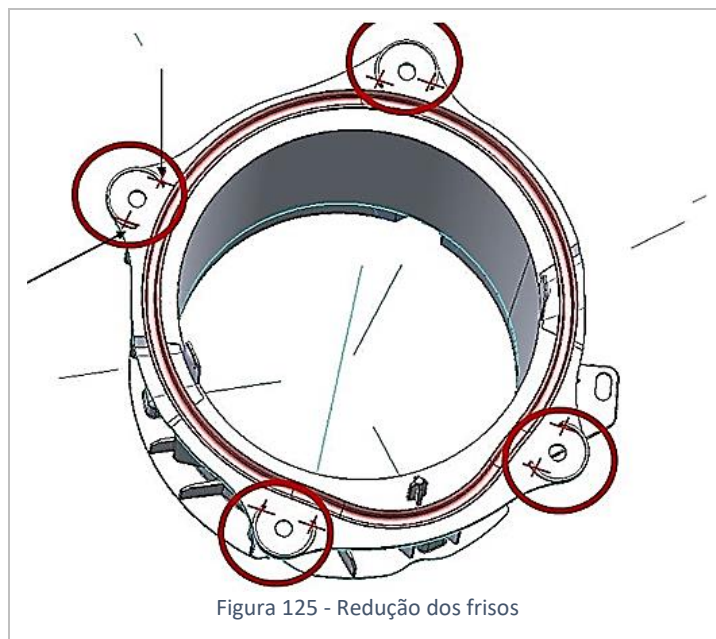
Seguidamente, pode-se verificar a evolução da orientação dos vetores, podendo considerar-se que as figuras seguintes traduzem o assumido na reunião (Figura 122, Figura 123 e Figura 124).



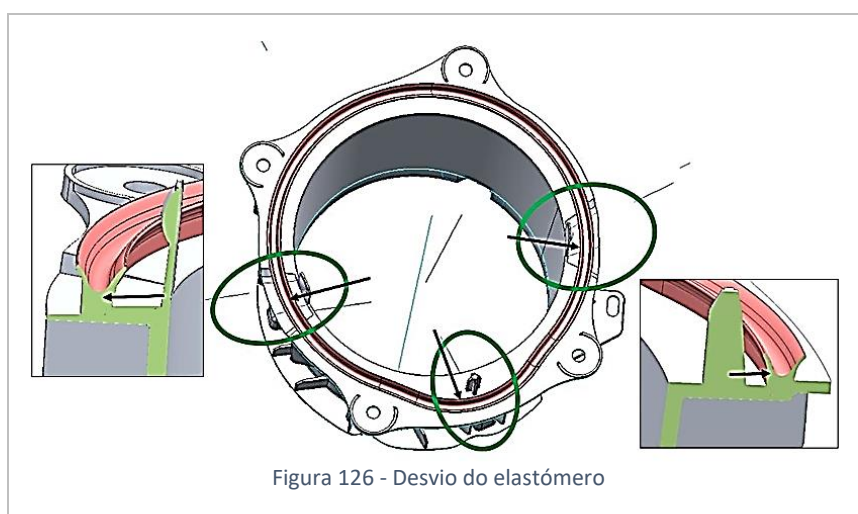


Contudo, foram ainda sugeridas ligeiras alterações às peças, as quais não requeriam a presença do cliente para aprovação, bastando apenas uma apresentação em *PowerPoint*.

Estas alterações têm o intuito de proporcionar um melhor desenvolvimento mecânico, baseando-se na redução de alguns frisos (Figura 125) e desvio do elastómero nas zonas dos *clips* de encaixe (Figura 126).



A redução dos frisos indicados (Figura 125), pretende garantir uma menor proximidade entre os frisos e o elastómero, já que, após a rotação, estes frisos ficarão em zonas de folga, antes da injeção do EPDM. A não redução dos frisos implicaria uma folga que poderia estar muito próxima do EPDM, ou até mesmo, rebentar com o seu alojamento, o que induziria o seu escoamento para fora da zona funcional.



Os desvios sugeridos (Figura 126), execução de um contorno do EPDM mais afastado dos *clips*, tem a mesma explicação que o pedido de alteração anterior (Figura 125): após a rotação, os *clips* têm de ficar em zona de folga antes da injeção do EPDM, logo, como é visível, será necessário um maior afastamento, como mostra a figura anterior.

Desta forma, após a reunião e análise do cliente ao pedido fundamentado do fornecedor, obteve-se a aprovação, tanto em alguns eixos de desmoldagem, como nas próprias alterações à peça, logo, otimizaram-se os recursos, como se pode verificar na Figura 127 e Tabela 19.

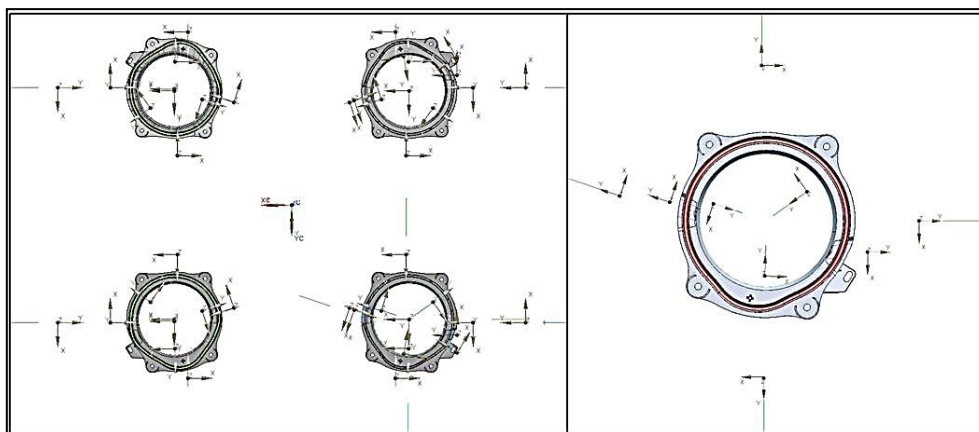


Figura 127 - Eixos de desmoldagem no Molde IGM0705 completo e em Peça única

Tendo em conta que cada peça terá sete eixos de desmoldagem no lado móvel (rotativo), PP, mais dois no lado fixo, também no PP, cada peça final passará por nove movimentos, sejam eles à extração, mecânicos ou hidráulicos (Figura 127). O molde em funcionamento terá 32 movimentos físicos a atuar e não 36 (pode levar a um raciocínio errado), visto que fará 7+7 no PP do lado móvel, com 2+2 do lado fixo, ou seja, estes 9 movimentos por peça acontecerão após a rotação de 180°. Em suma, o lado móvel (rotativo) terá 7+7+7+7 eixos de desmoldagem, depois roda os 180° e terá 2+2+0+0. As duas peças que após a rotação farão os movimentos do lado fixo, estarão prontas (Tabela 19).

Tabela 19 - Eixos de desmoldagem em corte por peça do Molde IGM0705

	Eixos de desmoldagem em corte (Z)	Inclinação do eixo de desmoldagem (°)	Inclinação do veio ou do dentado (°)	Curso final de desmoldagem (mm)
1	PP – Lado Móvel (exterior da peça)	1	Movimento Hidráulico	70
2	PP – Lado Móvel (exterior da peça)	0	16	28,67
3	PP – Lado Móvel (exterior da peça)	2	16	28,98
4	PP – Lado Móvel (exterior da peça)	5	16	29,5
5	PP – Lado Móvel (interior da peça)	1	8	14,09
6	PP – Lado Móvel (interior da peça)	1	8	14,09
7	PP – Lado Móvel (interior da peça)	1	8	14,09
8	PP – Lado Fixo (exterior da peça)	2	9	3,4
9	PP – Lado Fixo (exterior da peça)	1	9	3,4

IOM - Ficha Técnica do Molde

Nº Molde: 705 / A Descrição: Support part-AV G/D_SP8658

Cliente Final: 14 SIMOLDES PLÁSTICOS, SA

Cavidades: 5 (F4) 1+1 (2 Cav. diferentes)

Projeto: X74

Tipo Estrutura: 3 (F4) Enpostigado

Sist. Int. Sist. Extr. Agos. Extr. Agos. Grav. Acab./Ensaio Fomec./Peças Obs. Fich. Rec. Fich. Env. Outros Fich. Exp. Téc. Alter. OT's Correções Reques. Checklist

Tipo de Extração: 1 (F4) Convencional (Lado Móvel)

Tipo de Funcionamento: 1 (F4) Robot

Tipo de Acionamento: 1 (F4) Hidráulica

Movimentos: 4 (Hidráulicos/Pneumáticos) 20 (Extracção) 12 (Avançadores) 0

Prever Válvula de Ar

Linha de junta escondida

Dupla Extração

Acionamento: (F4)

Marca: Hidráulica (F4)

Frete da Extração: (F4)

Sol. Cinemática Molde

24

4 Hidráulicos para Movimentos + 4 para avanço das extrações.

Ok Cancel

Figura 128 - Correção no sistema de gestão global (ERP)

Após, análise rigorosa das peças, fez-se um pedido à gestora de conta do cliente, que consistiu em atualizar os dados respetivos ao molde no ERP (Figura 128).

3.3.2 Desenho preliminar, aplicação prática das conclusões da análise de peça e respetiva apresentação ao cliente

O desenho do preliminar consiste em projetar um molde para aprovação funcional, assim como para aprovação de aços.

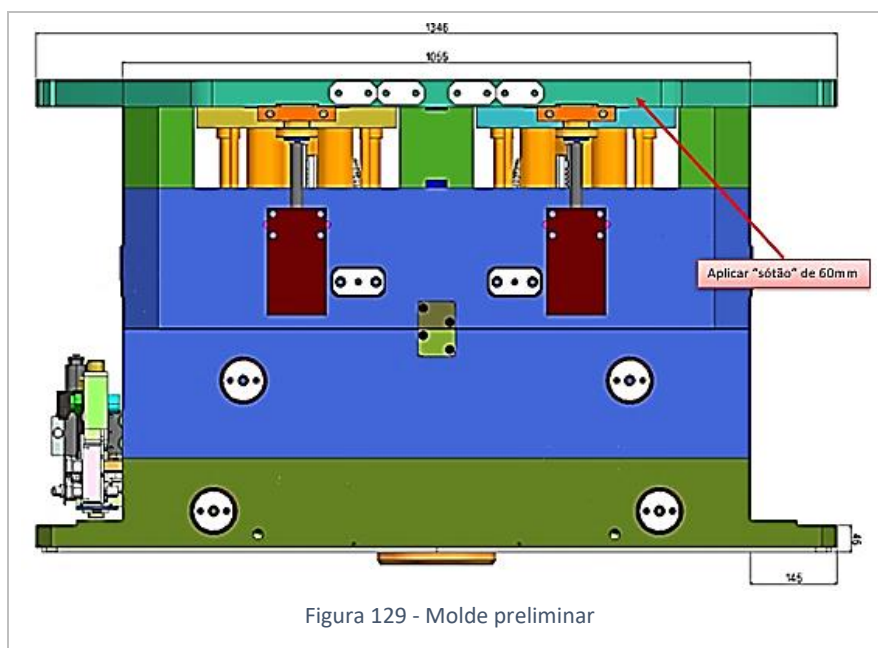


Figura 129 - Molde preliminar

Foi sugerida uma melhoria pelo cliente durante a apresentação do desenho preliminar, a qual consta em, aplicar um sótão de 60 mm (Figura 129) para facilitar a utilização de mangueiras de refrigeração nos movimentos à extração.

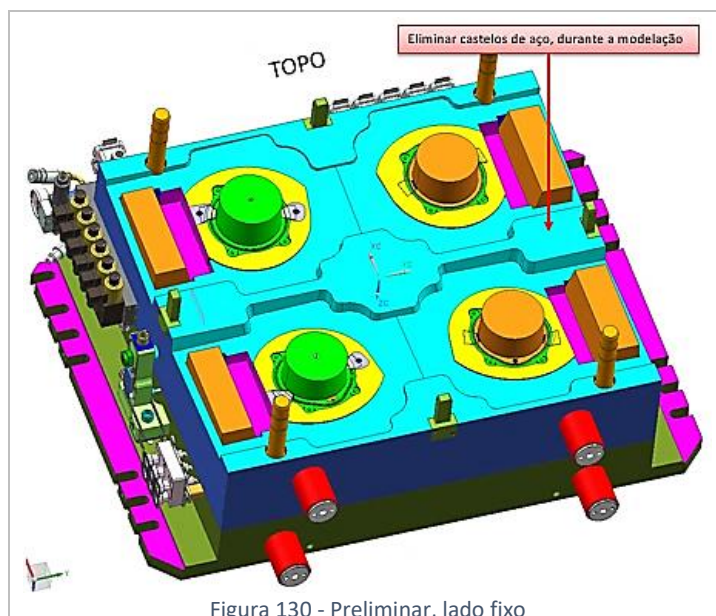


Figura 130 - Preliminar, lado fixo

Neste caso (Figura 130), foi sugerido o que já estava pensado pelo projetista, ou seja, eliminar “castelos” de aço quando se executar a modelação para o desenho do molde final.

Todavia, com as modificações que foram aprovadas em reunião, ou seja, alterações de alguns vetores de desmoldagem, conseguiu-se otimizar as dimensões dos blocos de aço, permitido a execução do molde para a máquina de injeção proposta. Conseguiu-se uma aproximação entre peças na ordem de aproximadamente 30% (Figura 131) em relação ao uso dos vetores iniciais, assim como uma redução de aproximadamente 13% no comprimento e largura dos blocos de aço, porta-machos e porta-cavidades (Figura 132).

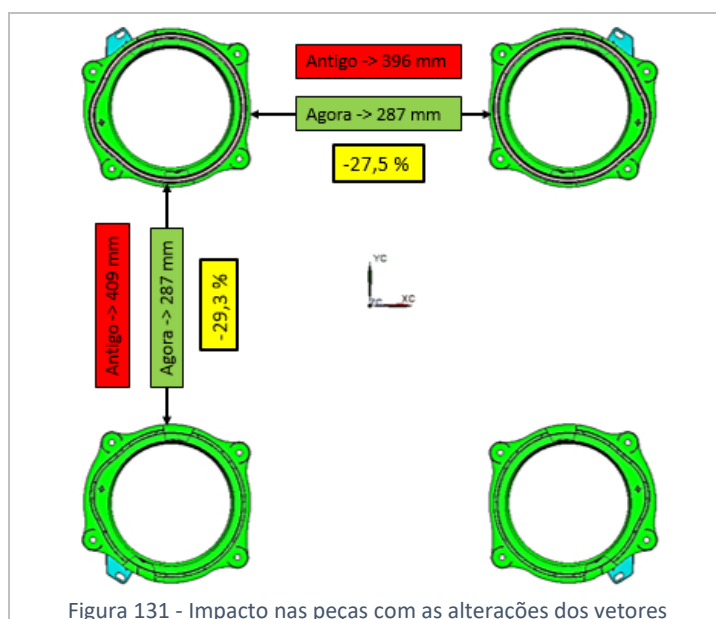
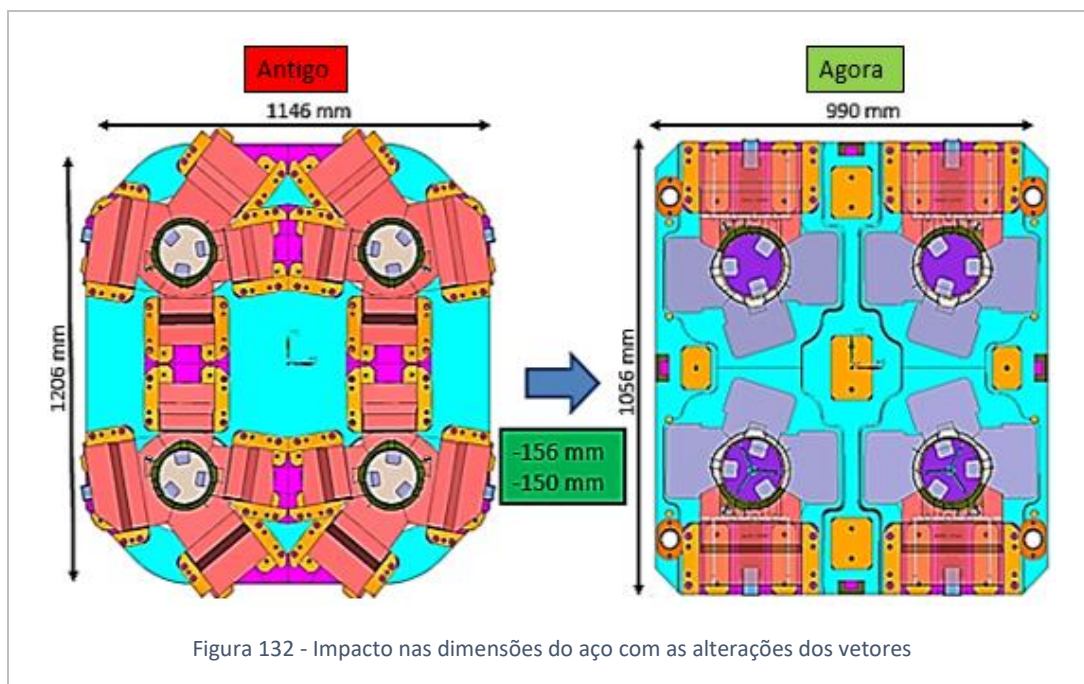
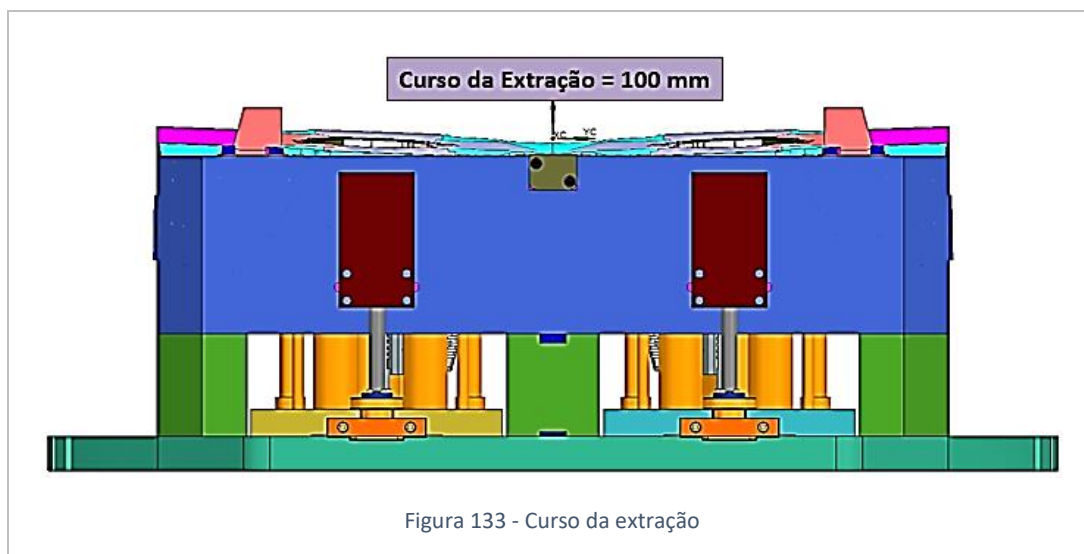


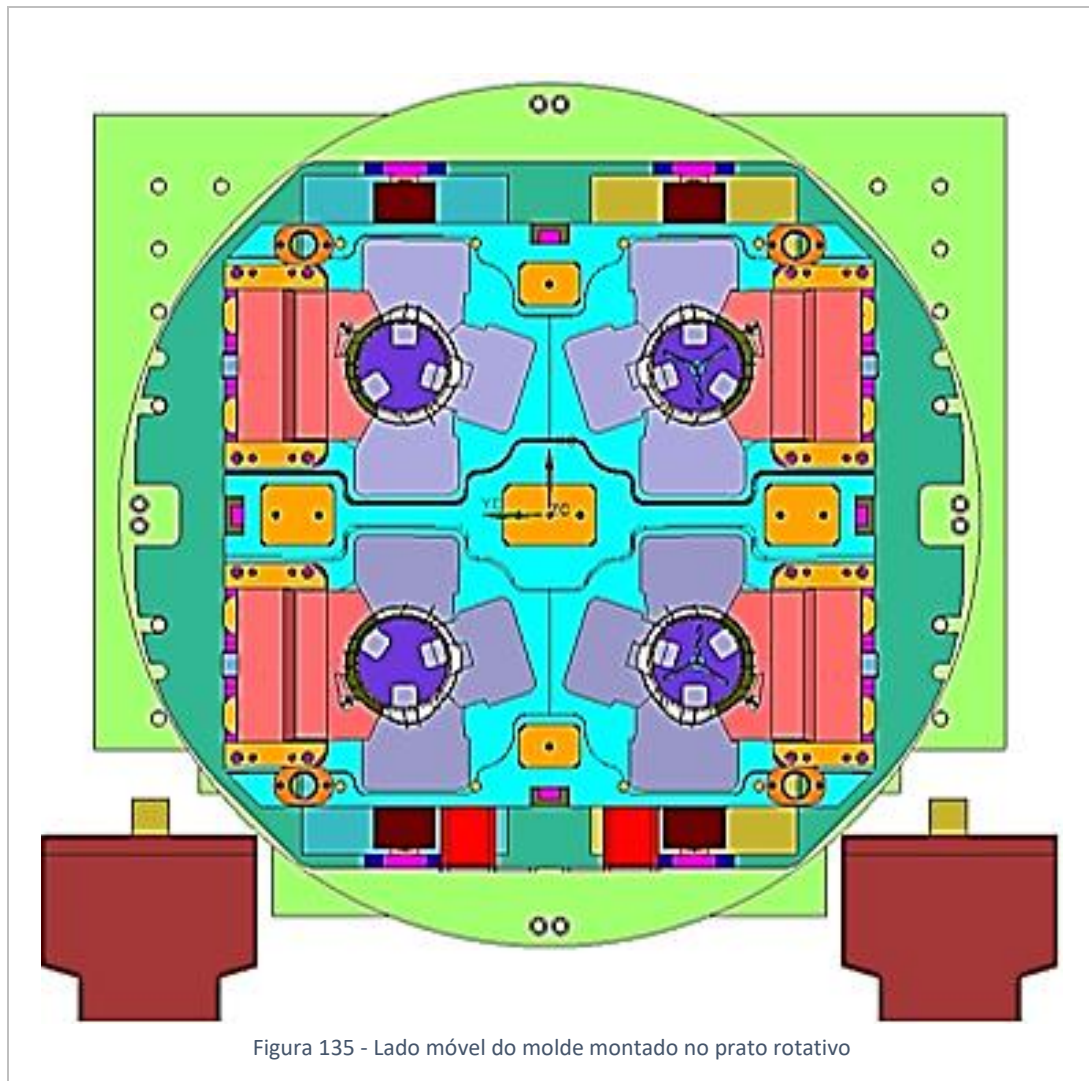
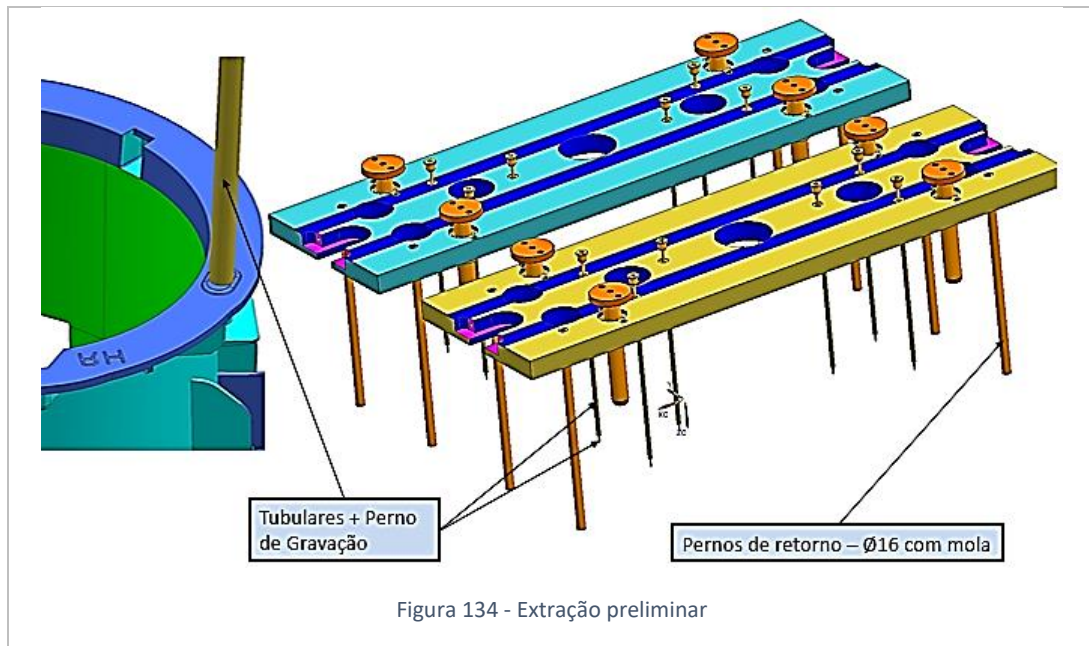
Figura 131 - Impacto nas peças com as alterações dos vetores



A altura de extração adequada para a desmoldagem total dos mecanismos e para o uso dos componentes DR é de 100 mm (Figura 133), sendo a mesma aprovada na apresentação do preliminar.



Foi executado um estudo das duas extrações e colocadas em prática no preliminar (Figura 134), sendo também aprovadas. As extrações contêm pernos de gravação, extratores tubulares para a extração das peças e pernos de retorno com mola para um recuo total das placas. Não foram representados extratores da peça, nem de canais, porque esse estudo será feito aquando do desenvolvimento final.



A Figura 135, mostra que o preliminar foi concebido, tendo em consideração o prato rotativo da máquina de injeção. Pode-se verificar que as alterações dos vetores e a utilização de movimentos à extração do tipo DR em detrimento de quatro cilindros hidráulicos por peça surtiu efeito, já que em nenhum momento se identificaram componentes a exceder a placa traseira rotativa. É de referir que o prato rotativo poderá rodar para qualquer um dos lados, sendo o operador de máquina a pessoa responsável por seguir as indicações do projetista, ou seja, o sentido de rotação por ele definido. O resultado será sempre o mesmo, ou seja, a extração da peça final do lado do operador.

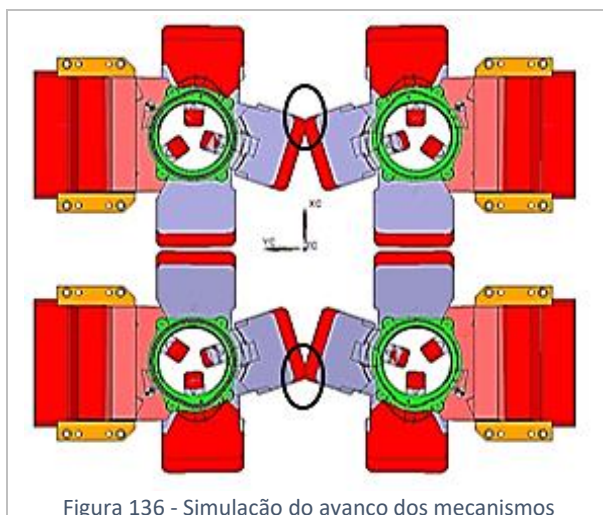


Figura 136 - Simulação do avanço dos mecanismos

Aquando a elaboração do preliminar, é importante simular o avanço dos mecanismos (Figura 136), ou seja, o deslocamento destes após o avanço da extração, ou no caso dos quatro movimentos hidráulicos (um por peça), o avanço ou recuo destes, transmitido pelo fluido (óleo). Como é possível verificar na Figura 136, a vermelho tem-se os mecanismos na posição avançada. Neste caso, pode-se averiguar a existência de duas colisões, as quais só foram detetadas e possíveis de prevenir devido a este procedimento de simulação.

Uma outra análise efetuada, consiste na previsão do uso de postigos, onde é elaborado um estudo prévio mecânico, assim como a nível de realização, montagem e funcionalidade. Desta forma, conclui-se que só seriam necessários postigos no lado fixo. Na região moldante do PP, apenas serão precisos postigos nos indexadores (centradores), enquanto que no EPDM, todo o elastómero é empostigado, sendo o mesmo desmoldado por esforço.

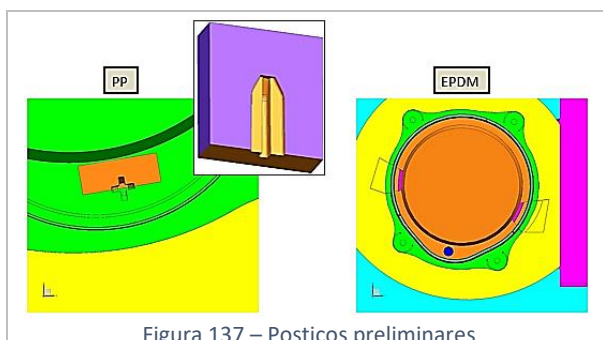
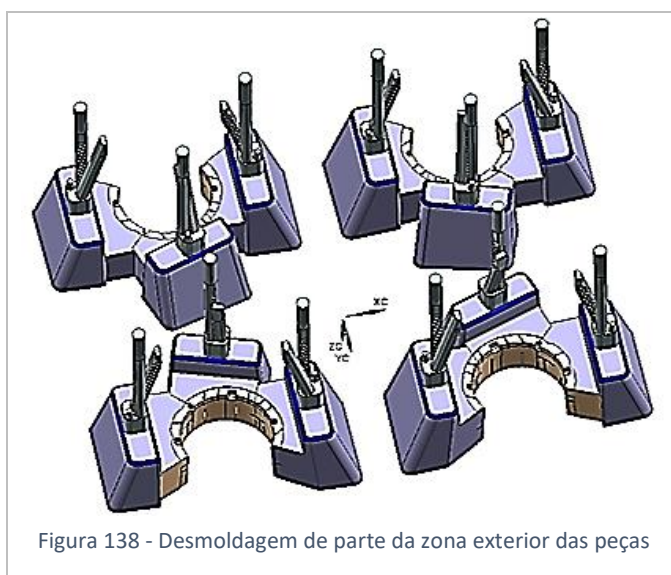
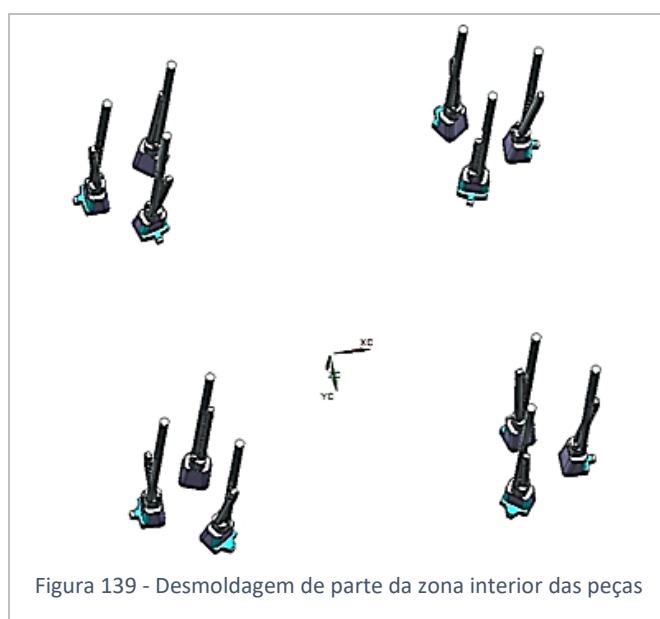


Figura 137 – Postigos preliminares

Em cada peça, na moldagem do PP, é necessário apenas um postigo para facilitar o polimento dos frisos e, sobretudo, o escape de gases, enquanto que no EPDM é necessário um jogo de duas cavidades e um postigo. Uma cavidade faz a gravação exterior, o postigo grava o interior e a outra cavidade maior executa toda a gravação de face, que neste caso (Figura 137) é a menos visível do EPDM, já que se encontra por baixo dos postigos e da cavidade. A visualização que se obtém em planta é apenas a visível a verde escuro do elastómero. Porém, uma das partes mais relevantes do preliminar reside na apresentação dos mecanismos de gravação/desmoldagem das peças.



O estudo preliminar anterior (Figura 138) foi elaborado com mecanismos de extração, uma opção válida, já que o curso de extração estudado permite uma desmoldagem completa (Tabela 19).



Contudo, o mesmo estudo foi aplicado nas zonas que requerem movimentos no interior das peças (Figura 139). Utilizaram-se mecanismos de extração, uma opção válida, já que o curso de extração estudado permite uma desmoldagem completa (Tabela 19), sem a existência de colisões (Figura 136).

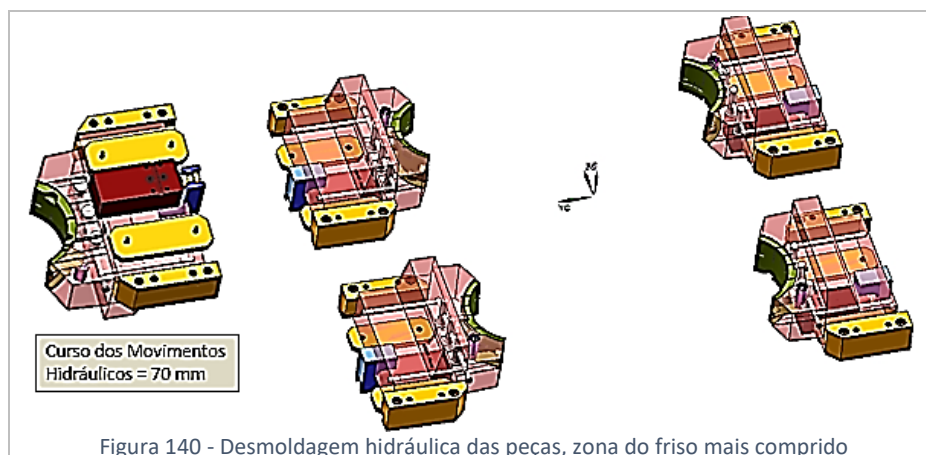


Figura 140 - Desmoldagem hidráulica das peças, zona do friso mais comprido

Todavia, nas zonas onde as peças possuem um friso saliente de aproximadamente 70 mm, não é exequível a utilização de mecanismos à extração, pelo facto de o curso a multiplicar pela tangente do ângulo de inclinação do veio apresentar essa impossibilidade. O mesmo acontece com a utilização de movimentos mecânicos. Em ambos os casos anteriores, para ser factível, ter-se-ia que elaborar um estudo para um molde enorme, com veios com elevadas inclinações, o que não seria correto devido aos custos do aço e à máquina de injeção a utilizar, logo, a solução preliminar foi o estudo de mecanismos hidráulicos (Figura 140). Este fator levou a um posicionamento das peças na posição molde de forma aos mecanismos hidráulicos se situarem em zonas de acesso ao exterior (Figura 135), evitando problemas de espaço.



Figura 141 - Mecanismo no interior de outro mecanismo

A peça tem um furo em forma de elipse no friso que é gravado pelo movimento hidráulico, logo, executou-se um estudo preliminar para a gravação do furo. Estudou-se e elaborou-se um mecanismo com mola (Figura 141). Este estudo não colheu o agrado do cliente, ficando em aberto este ponto e sugeridas melhorias, ou até mesmo, outra forma de executar esta funcionalidade.

Posteriormente, desenvolveram-se dois mecanismos para desmoldagem dos *clips* de encaixe da peça (Figura 142). Estes mecanismos atuarão após a injeção do PP e antes da injeção do EPDM, os quais atuarão no lado fixo do molde, nas cavidades.

Foi pensado apresentar no preliminar umas placas extratoras e executar movimentos à extração, contudo, não haveria otimização de aço do molde e não seria a melhor opção. Entretanto, após um estudo mais profundo e arrojado, propôs-se uns mecanismos que se podem designar por movimentos mecânicos que funcionam através de molas (Figura 143). Obteve-se a aprovação destes mecanismos por parte do cliente durante a apresentação do preliminar, o que se traduz no reconhecimento de um bom estudo.

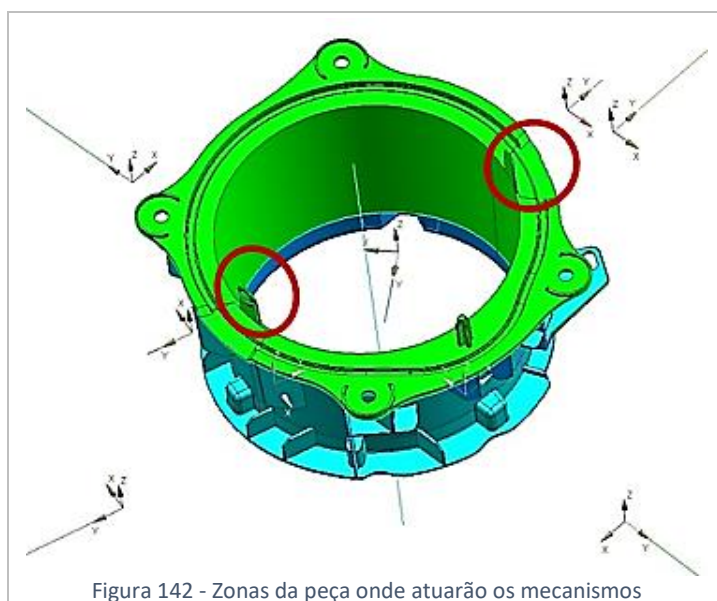


Figura 142 - Zonas da peça onde atuarão os mecanismos

As desmoldagens dos *clips* assinalados carecem de um pequeno curso no sentido y dos vetores (Figura 142), sendo 3 mm suficientes. No entanto, por questões de segurança, optou-se por 3,4 mm (Tabela 19).

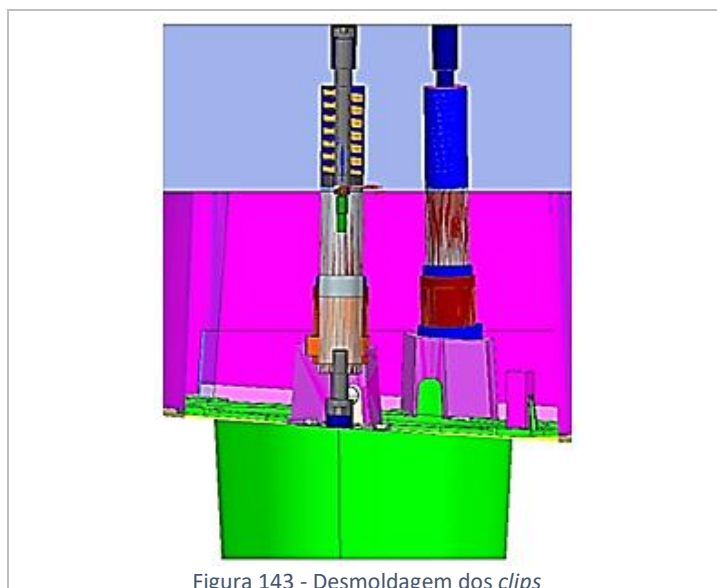
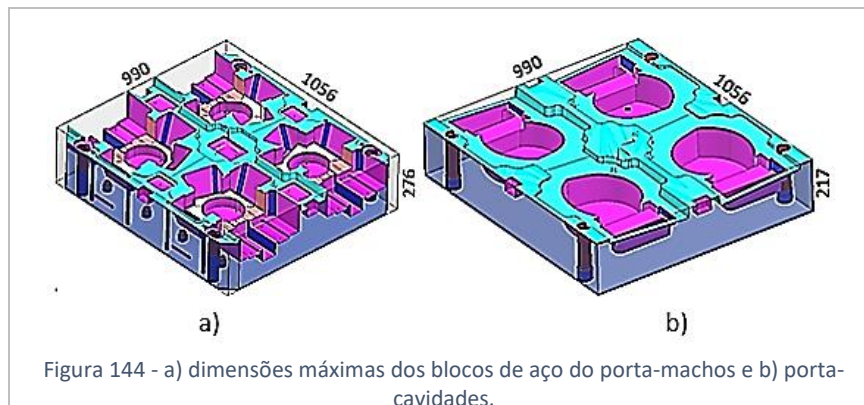
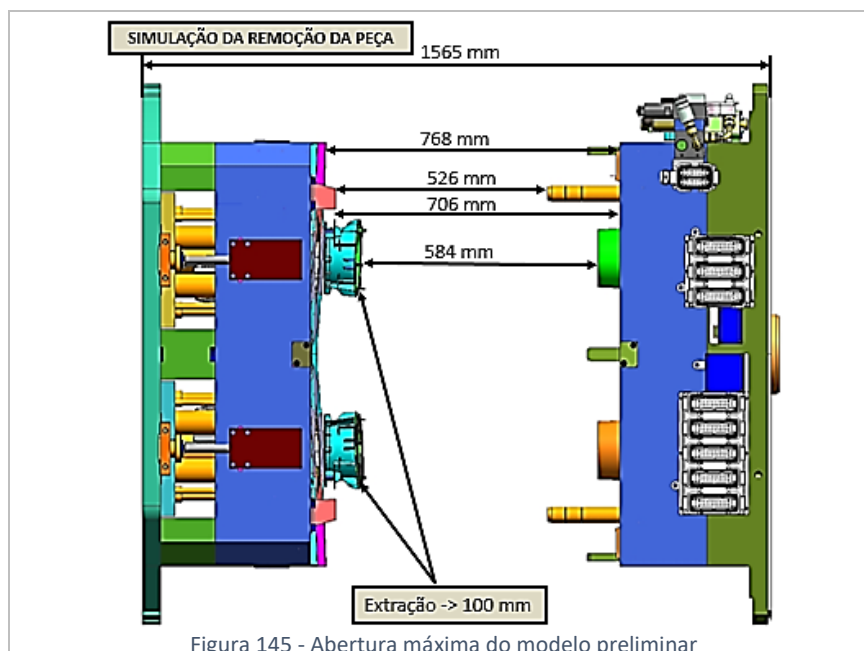


Figura 143 - Desmoldagem dos *clips*

Por fim, foram aprovadas as dimensões máximas dos blocos de aço, o porta-machos e o porta-cavidades (Figura 144), tendo o OK para a encomenda destes aços.



Porém, todas as dimensões máximas dos outros componentes da estrutura foram aprovadas, devido à exposição e verificação do molde com a abertura máxima e extração da peça em modo desenho preliminar (Figura 145).



3.3.3 Apresentação do estudo preliminar da injeção

O estudo da injeção das peças deste molde tem a particularidade de necessitar de duas injeções distintas, no entanto, para aprovação do cliente, fez-se um desenho preliminar da injeção.

Para a **injeção de PP** pensou-se utilizar um bico aberto, direto a três canais (com patela de dilatação) desfasados de 120°, com três pontos de injeção submarina (Figura 146).

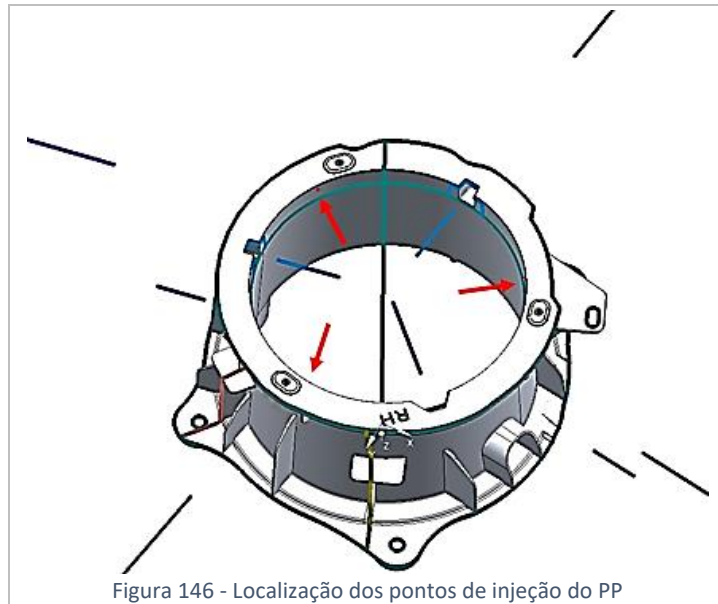


Figura 146 - Localização dos pontos de injeção do PP

Todavia, os três canais por peça têm a mesma configuração, logo o mesmo volume, visto que desta forma ter-se-á o mesmo fluxo de enchimento. Os canais de injeção do PP foram concebidos nos machos do molde (Figura 147).

A escolha de três pontos de injeção do PP deve-se a uma distribuição mais equilibrada e uniforme do material.

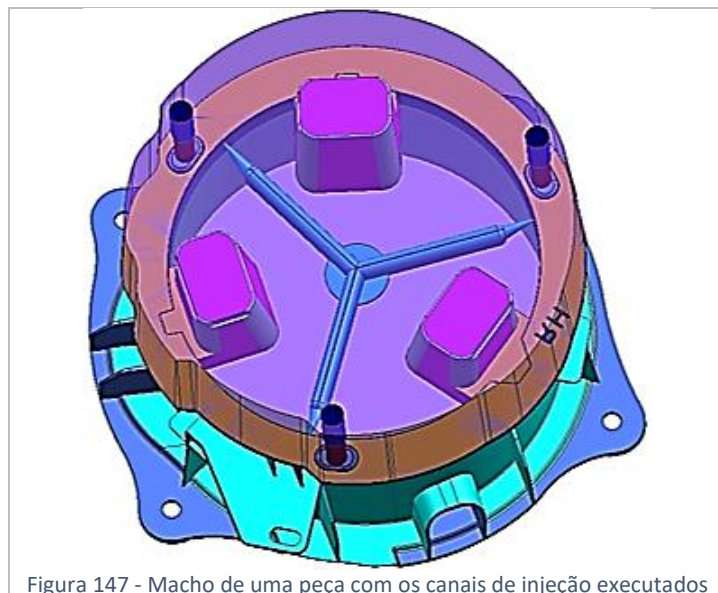


Figura 147 - Macho de uma peça com os canais de injeção executados

Para a **injeção do EPDM** pensou-se utilizar três bicos diretos a cada peça, desfasados de 120° entre eles.

A utilização de três bicos por peça, ou seja, injeção direta em três pontos (Figura 148), tem por base uma redução substancial na altura dos mesmos, visto que para a injeção da peça com apenas dois bicos, implicaria a utilização de dimensões inadequadas. No

entanto, poderia ser factível não existindo problemas de espaço. Além do mais, três bicos proporcionam uma distribuição do material mais homogênea (Figura 149). Contudo, esta parte da peça, sendo um elastómero, por si só implica o uso deste tipo de injeção (direto às peças e valvulado com eletroválvulas), visto que, quando fundido possui baixa viscosidade, logo existe a facilidade de escorrimentos para o exterior.

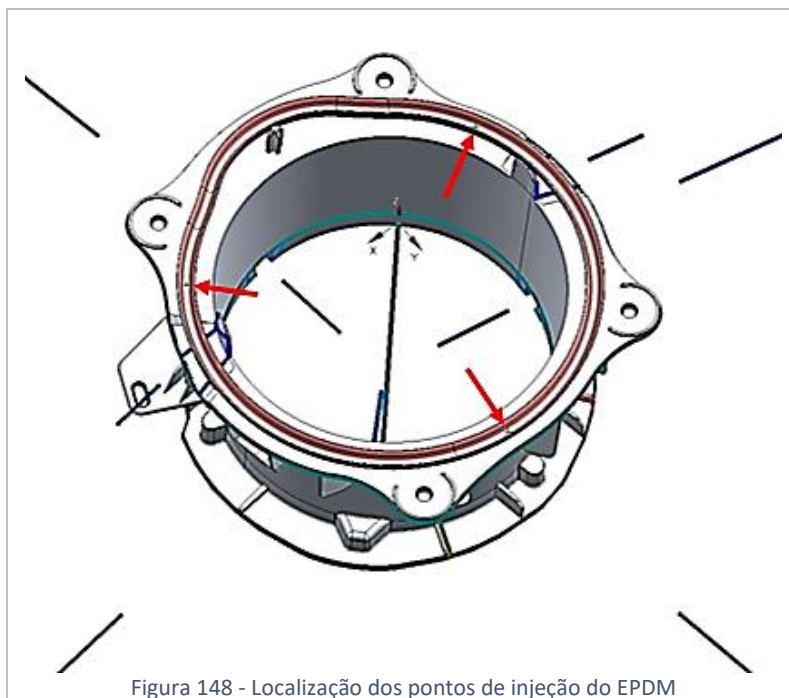


Figura 148 - Localização dos pontos de injeção do EPDM

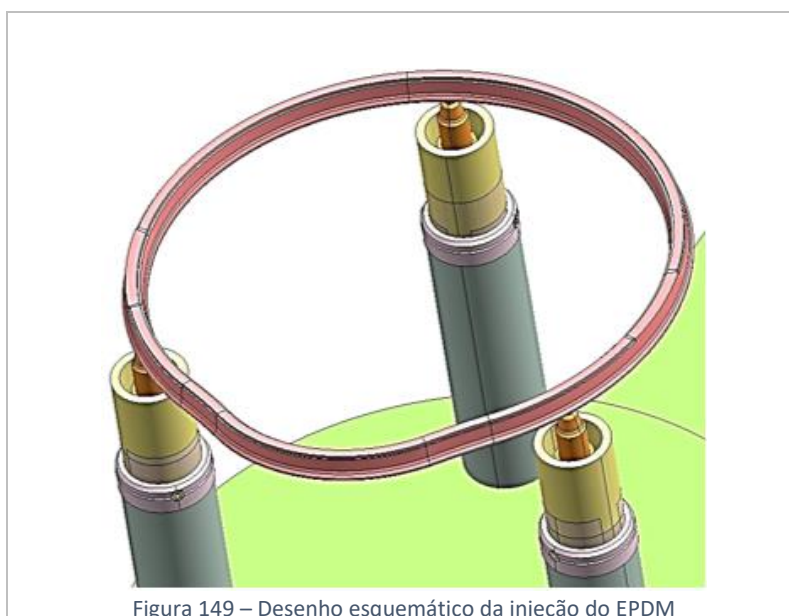


Figura 149 – Desenho esquemático da injeção do EPDM

Após a apresentação desta injeção (PP e EPDM), obteve-se a aprovação para avançar para o estudo *moldflow*®, o qual será elaborada posteriormente.

3.4 Requisitos impostos pelo cliente

3.4.1 Máquina de injeção

A máquina de injeção tem um papel fundamental na construção do molde, já que apresenta várias restrições que não são contornáveis, como o caso da distância entre colunas, logo, a conceção do molde deverá respeitar todas as indicações (facultadas pelo cliente) para que funcione sem problemas na máquina de injeção do cliente. As características da máquina de injeção do molde em estudo podem ser vistas seguidamente (Tabela 20):

Tabela 20 - Características da máquina de injeção

Característica	Valor
Força de fecho [T]	600
Tipo de máquina	Rotativa de bi-matéria
Dimensões entre colunas H x V [mm ²]	Sem colunas
Dimensão entre barras no fundo da máquina [mm]	950
Altura do molde (min./máx.) [mm]	500/1565
Abertura máxima [mm]	1565 - Espessura do molde
Raio dos injetores [mm]	19
Diâmetro do centramento [mm]	200
Ano	2017

3.4.2 Condições de projeto

Seguidamente pode-se verificar algumas especificações indicadas pelo cliente através da FEM e da ficha técnica do molde (FTM) (Anexo 6.5), (Tabela 21 e Tabela 22):

Tabela 21 - Especificações da FEM do molde IGM0705

Especificação	
Tempo de ciclo	56 s
Número de cavidades	1 + 1
Extração no molde	Convencional do lado móvel (tipo de funcionamento – robô; tipo de acionamento – hidráulica)
Remoção da peça	Robô (mão-presa)
Produção total	990 000 unidades (495 000 injeções de PP + 495 000 de EPDM)
Máquina injeção	Engel 600 T - bi-matéria
Sistema de fecho	Aparafusado à máquina de injeção

Material a injetar	PP reforçado com 30% de fibra de vidro mais o elastómero (PP GF 30 + EPDM)
--------------------	----------------------------------------------------------------------------

Tabela 22 - Materiais indicados na FEM do molde IGM0705

Componente do molde	Material
Estrutura	1.1730
Cavidades	1.2343 (Temperado 48 - 52 HRC)
Machos	1.2343 (Temperado 48 - 52 HRC)
Mecanismos	1.2343/Ampco 83

Injeção do molde

- A FEM do IGM0705 é bastante dúbia quanto à injeção a usar no molde;
- É imperativo o fornecimento dos pontos de injeção por parte do cliente, assim como o estudo reológico (estudo *moldflow*®);
- O molde implica dois sistemas de injeção díspares.

Extração do molde

- Segundo a FTM - Convencional do lado móvel (tipo de funcionamento – robô; tipo de acionamento – hidráulica)
- O caderno de encargos do molde (CEM) indica que quando a extração do molde é efetuada pelos cilindros hidráulicos, devem-se usar sensores de fim de curso tanto no avanço como no recuo;
- O CEM indica o uso de guias de extração não normalizadas com tolerância g6 e casquilhos em bronze (auto-lubrificantes);
- As placas de extração, deverão ter espessura suficiente para evitar a flexão das mesmas, após o seu avanço e recuo;
- Os pernos de retorno deverão ter um diâmetro adequado às dimensões do molde, quando as placas de extração têm um comprimento superior a 796 mm, deverão ser previstos seis pernos de retorno;
- As posições dos pernos de retorno devem ser cuidadosamente definidas, para garantir um eficiente recuo das placas de extração. Caso os pernos de retorno fiquem situados em faces inclinadas, devem-se efetuar alojamentos na área de contato;
- Sempre que existam movimentos à extração e levantadores em contacto com a junta do molde, é necessário aplicar molas nos pernos de retorno.

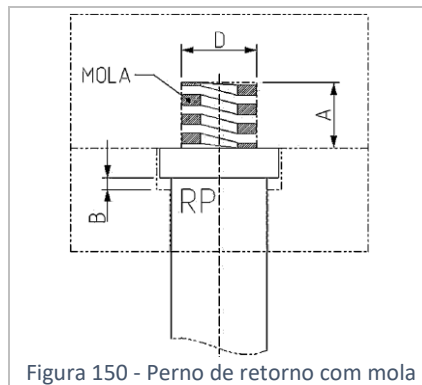


Figura 150 - Perno de retorno com mola

Onde:

D: Diâmetro da mola [*mm*];

A: Altura da mola em compressão [*mm*];

B: Folga para o primeiro avanço dos pernos de retorno [*mm*];

RP: Perno de retorno.

Mecanismos de desenvolvimento mecânico

- Na concepção do molde, é de todo favorável conceber, se possível, as desmoldagens por movimentos à extração ou mecânicos, em detrimento dos movimentos hidráulicos;
- Os movimentos à extração com uma inclinação superior a 10° devem possuir um segundo veio de reforço (Figura 152), no entanto, sendo possível, utiliza-se o novo método com os movimentos à extração DR (Figura 151) e, desta forma, independentemente da inclinação, não se terá problemas de espaço, visto que não será necessário um segundo veio de reforço;
- O guiamento deve ser executado com guias cilíndricas;
- Os postigos devem ser do mesmo material do molde, não necessitando de tratamentos térmicos;
- Os movimentos, sendo componentes de deslize, deverão possuir um tratamento térmico, como uma nitruração, isto para aumentar a resistência ao desgaste, à corrosão e facilitando o próprio deslize e desmoldagem.

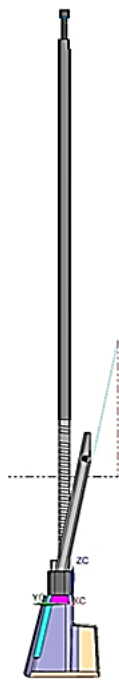


Figura 151 - Movimento à extração tipo *double rack* (DR) com inclinação de desmoldagem superior a 10°

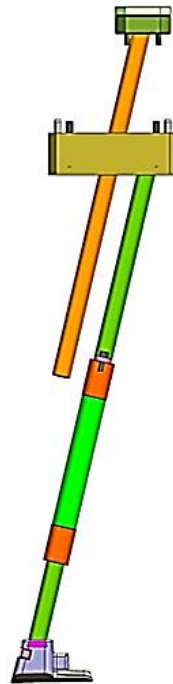


Figura 152 - Movimento à extração de duplo veio para desmoldagem superior a 10°

Sensor de posição

O molde em estudo necessita de diversos sensores de posição:

- Para o avanço e recuo das extrações (Figura 154), visto que as duas extrações que o molde incorpora, são acionadas hidráulicamente;
- São necessários sensores de posição nos movimentos hidráulicos (Figura 153), com o mesmo intuito anterior, sinalizar o avanço e recuo do curso estipulado para o movimento;
- Nos movimentos mecânicos, são necessários sensores de posição apenas para os que se situam no topo do molde;
- Movimentos à extração e levantadores, normalmente não necessitam de sensores.

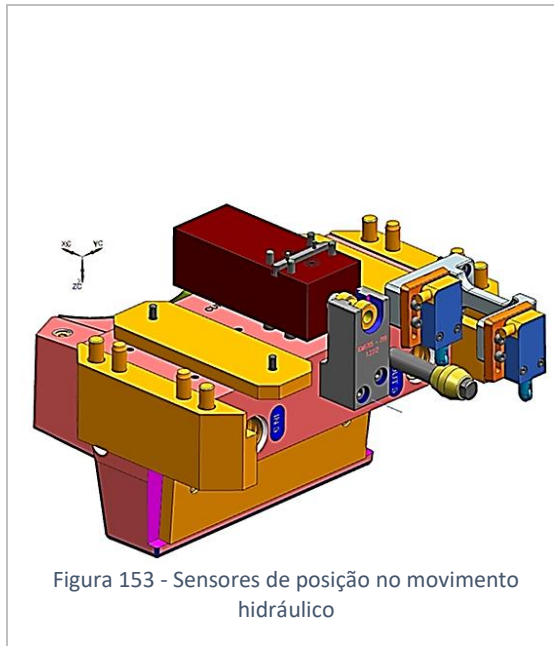


Figura 153 - Sensores de posição no movimento hidráulico

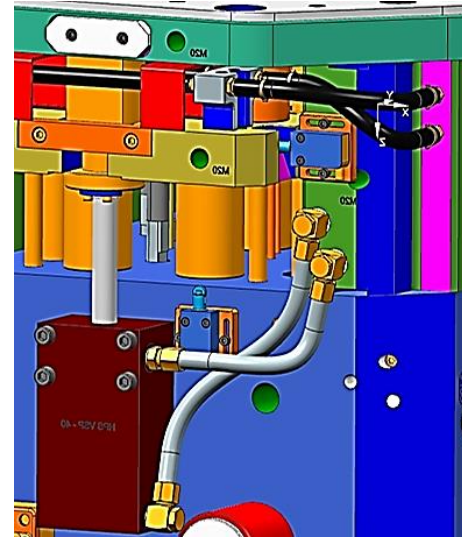


Figura 154 - Sensores de posição para controle do avanço e recuo da extração

Montagem/Desmontagem

- Ao conceber a montagem/desmontagem do molde, é essencial executar furações nas placas, para que, aquando da montagem ou desmontagem, o operador tenha acesso direto aos elementos fixadores, por norma parafusos;
- Esta conceção permite ao operador montar ou desmontar apenas um elemento do molde;
- Permite desmontar um conjunto de elementos, sem que seja necessário desmontar um a um;
- Dependendo da máquina de injeção, o molde poderá ter ou não acessórios exteriores ao molde, como os distribuidores de água, por exemplo;
- Não é permitido que nenhum acessório do molde exceda as periferias das placas traseiras, exceto no lado do topo do molde.

Ligações elétricas

- Os *micro-switches* usados no molde deverão ser constituídos por três elementos (Figura 156), os quais formam um acessório completo. São da marca *Telemecanique* e têm as seguintes referências: ZCMD-21 (1), ZCE-02 (2) e ZCM-C21L3 (3). Estes sensores serão ligados a uma ficha elétrica da *Harting* de 16 pinos (Figura 155), cuja referência é 09200162612.

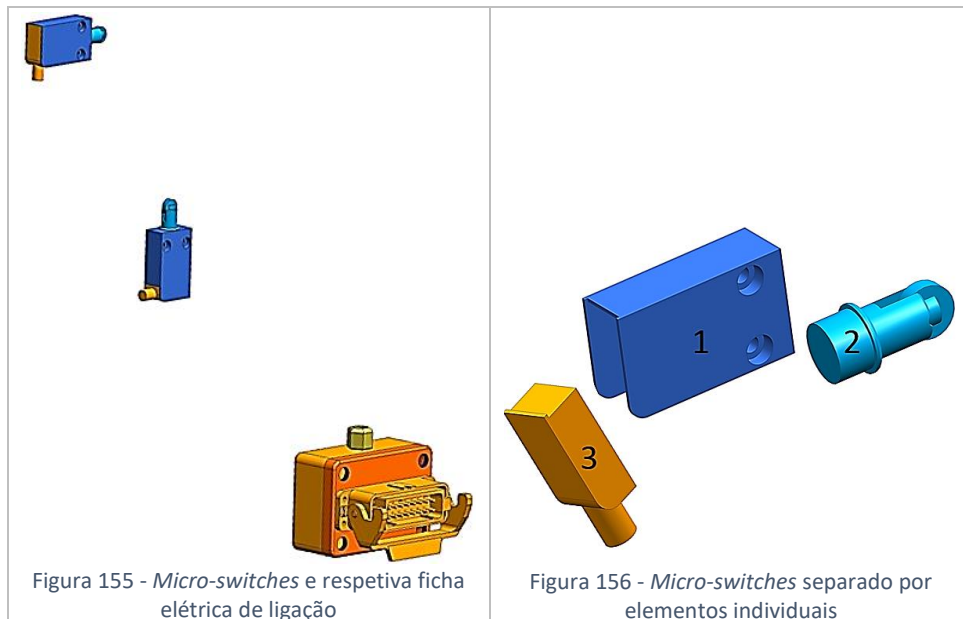


Figura 155 - Micro-switches e respetiva ficha elétrica de ligação

Figura 156 - Micro-switches separado por elementos individuais

O acessório “3” de referência ZCM-C21L3 poderá ter outras terminologias, já que o último número da referência, indica o comprimento do cabo necessário, em metros.

Refrigeração do molde

Os circuitos devem ser concebidos garantindo os seguintes fatores:

- Quando existe injeção direta à peça, é indispensável refrigeração independente com postigos refrigerados nos bicos, ou colocando um poço de refrigeração independente próximo da face de gravação em frente ao bico. Estas regras poderão ser exceção nos casos de injeção de elastómero, pelo facto dos bicos injetores de elastómero não poderem ser empostigados;
- A temperatura deverá ser o mais constante possível em todas as zonas do molde, incluindo mecanismos de gravação;
- Quando possível e necessário, elabora-se um circuito de massa, ou seja, um circuito que tem como função refrigerar o aço, com o objetivo de manter a temperatura o mais constante possível;
- Prever a não existência de variações superiores a 5°C no mesmo circuito de refrigeração, ou seja, entre a entrada e a saída do fluido;
- Cada circuito não deve exceder os 1500 mm de comprimento em zonas de gravação;
- Cada circuito deverá ter um máximo de dez poços de refrigeração (poços com palhetas que obrigam o fluido a fazer um contorno que o leva próximo da gravação, posteriormente retornando ao circuito), se aplicável;
- As entradas e saídas do fluido de refrigeração deverão estar localizadas no lado oposto ao operador;
- Os diâmetros dos canais de refrigeração do molde em estudo, poderão variar entre os diâmetros de 6 a 12 mm de escoamentos livre.

3.5 Contração dos materiais poliméricos

3.5.1 Contração das peças

Tendo em consideração que as peças são compostas por dois materiais poliméricos distintos, tem-se duas contrações também distintas, logo, uma delas tem de ceder em detrimento da outra, porque, sendo um molde rotativo em que uma parte das peças será integrada após a rotação, tendo um fator de escala diferente, não existiria o correto posicionamento dos polímeros injetados após rotação.

Normalmente, aquando da elaboração dos desenhos preliminares, não se possui os dados relativos à contração. Por vezes, nem a informação do material a injetar é clara, o que complica o trabalho do projetista.

Contudo, estes dados são imprescindíveis após a aprovação dos desenhos preliminares. Chegando a esta fase, pode-se avançar com a modelação das juntas e mecânica do molde, no entanto, sem as informações referidas anteriormente por escrito, o projeto fica em suspenso.

Porém, sabido quais os materiais a injetar e as respetivas contrações (Tabela 23), Sabic PPG3230A, um polipropileno com 30% de fibra de vidro e uma contração de 0,5% (PP GF30) e TPE-V Santoprene 121 – 75M 100 (EPDM), um elastómero de contração 1,5%, pode-se avançar com o projeto. Como já referido anteriormente, ter-se-á de optar por uma das contrações, logo, como o primeiro material a ser injetado é o PP, tem que se de respeitar a contração desse material no projeto, para que este seja factível. Todavia, sendo a contração a utilizar de 0,5%, para que a peça final obtenha as dimensões solicitadas pelo cliente, aplica-se uma majoração de 1,005 ao modelo 3D das peças, para posteriormente se avançar para a modelação.

Tabela 23 - Materiais poliméricos e respetivas percentagens de contração

Material polimérico	Valor da contração (%)
PP GF30	0,5
EPDM	1,5

3.6 Estudo *moldflow*[®]

Com a aprovação dos tipos de injeção preliminares, definidos os materiais a injetar e as correspondentes contrações, avança-se para a confirmação da fiabilidade das injeções estudadas, através do estudo *moldflow*[®] com o *software Moldflow* da Autodesk[®].

Este estudo engloba os seguintes conteúdos:

- Objetivo: determinar a melhor posição dos pontos de injeção para o preenchimento da peça, levando em consideração o melhor enchimento e a menor deflexão da peça.
- Definição do modelo;
- Posição dos pontos de injeção;
- Dimensões do sistema de alimentação;
- Propriedades dos materiais.

3.6.1 Definição dos pontos de injeção

As posições dos pontos de injeção são definidas levando em consideração a geometria da peça e o projeto do molde.

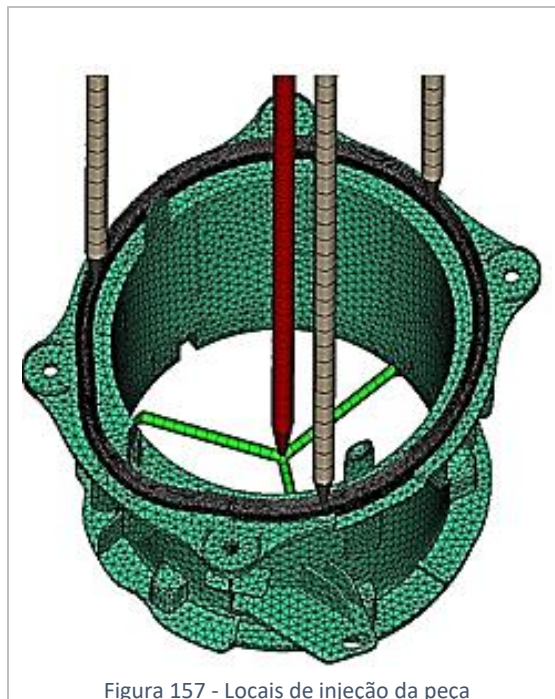
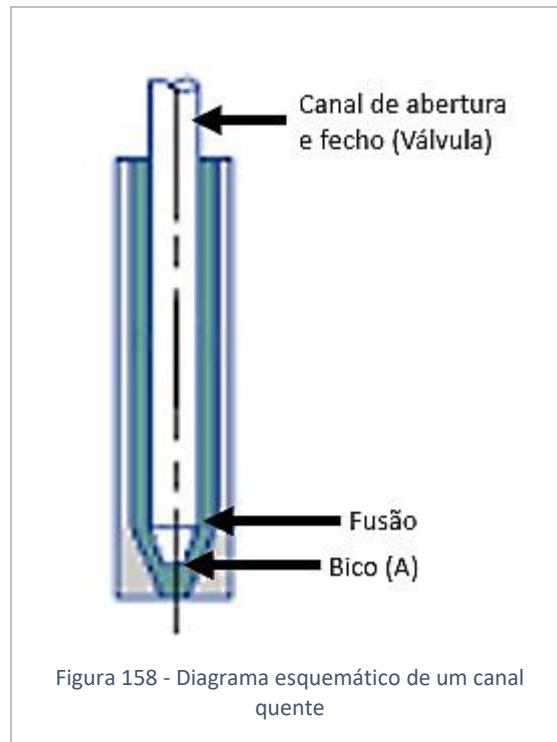


Figura 157 - Locais de injeção da peça



Porém, pode-se verificar as dimensões dos sistemas de alimentação (Figura 158), que foram usadas no estudo *moldflow*®.

Para o PP:

- A – Diâmetro do bico – 3 mm (não valvulado);
- Diâmetro do canal frio – 5 mm
- Canal submarino com ponto de injeção de diâmetro de 1,5 mm;

Para o EPDM:

- Pontos de injeção dos canais do EPDM, três por peça – diâmetro 1,5 mm.

As posições dos pontos de injeção, como referido anteriormente (Figura 157) foram definidas pelo compromisso de otimização entre a geometria da peça e o projeto do molde. A dimensão do sistema de alimentação A (dimensão do bico) foi estudada tendo em conta a taxa de corte recomendada para este material (Figura 171).

3.6.2 Análise *Moldflow*® do PP

As propriedades do PP utilizado podem ser observadas na Tabela 24.

Tabela 24 - Matéria prima: Sabic PP Composto G3230A (Fibra de vidro 30%)

Condições de processamento	
Temperatura do molde	40°C
Temperatura de fusão	230°C
Temperatura máxima de fusão	300°C
Temperatura de extração	119°C
Temperatura mínima de escoamento	126°C
Taxa de corte máxima	100000 1/s
Tensão de corte máxima	0,25 MPa
Índice de fluidez do material (MFI)	12,5 g/10 min (240°C/10 kg)

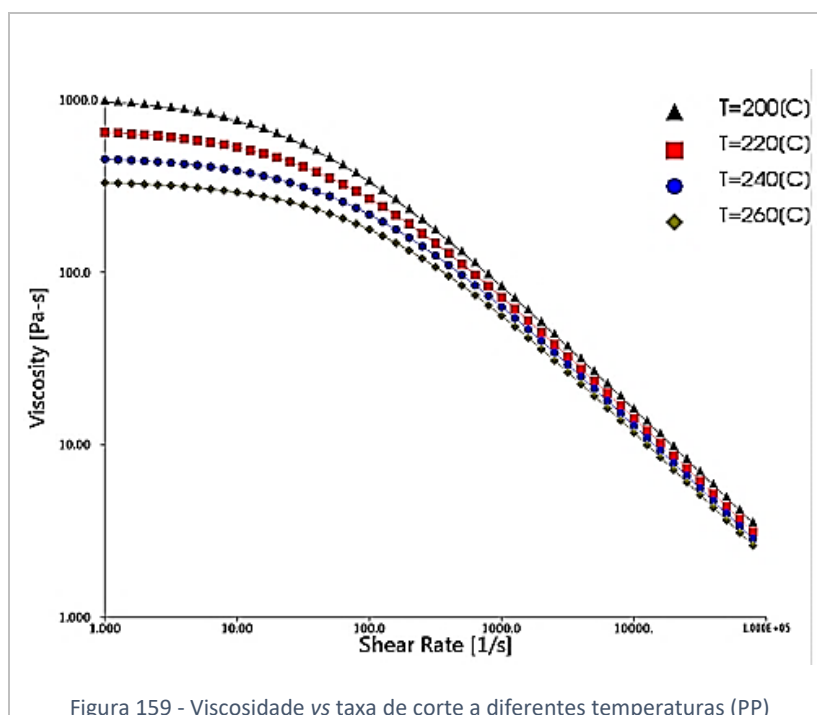
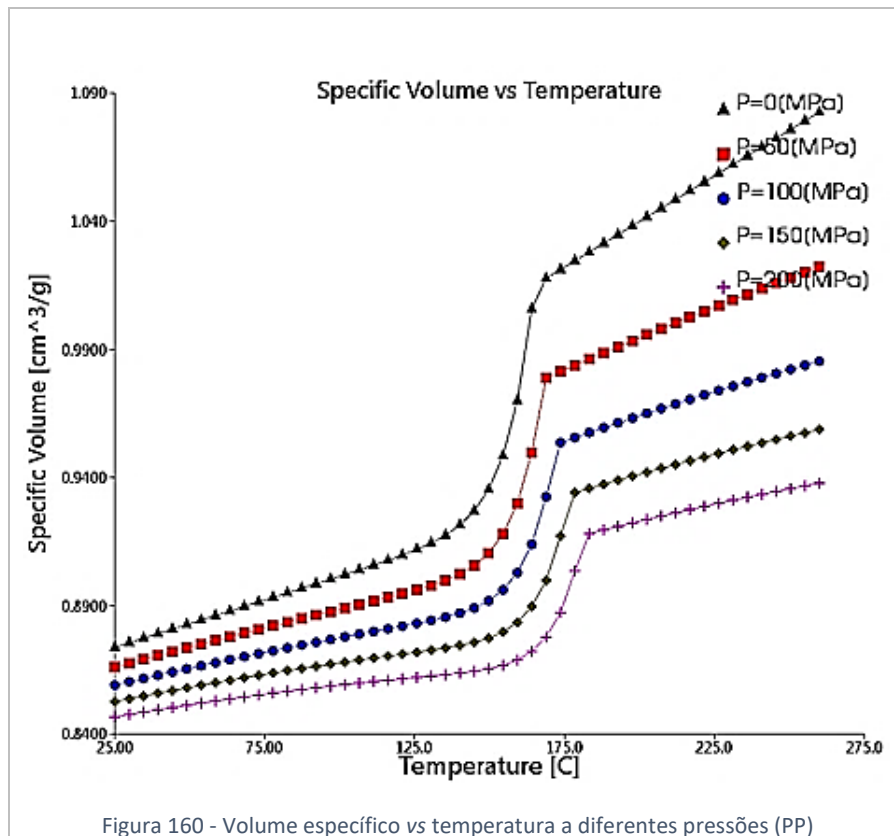
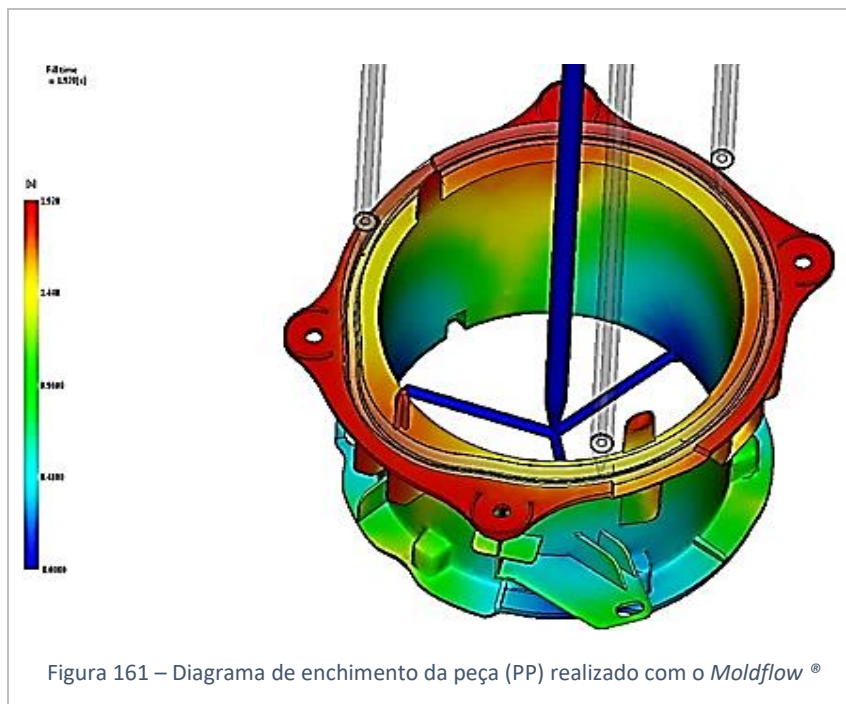


Figura 159 - Viscosidade vs taxa de corte a diferentes temperaturas (PP)

Como se pode verificar na figura anterior (Figura 159), quando a taxa de corte aumenta a viscosidade do material tende a aproximar-se. Este comportamento, pode ser atribuída à rutura das interações e entrelaçamentos molecular; isto é, a taxa à qual as dissociações moleculares ocorrem excede o ritmo ao qual novos entrelaçamentos podem se refeitos, aumentando assim a mobilidade das cadeias poliméricas. No entanto, analisando o efeito da temperatura verifica-se que o aumento da temperatura diminui a viscosidade do material. (Simulação CAE feita internamente, IGM 2016).



A interpretação da figura anterior (Figura 160) transmite que, quando se possuir menor pressão e maior temperatura, obtém-se maior volume específico.

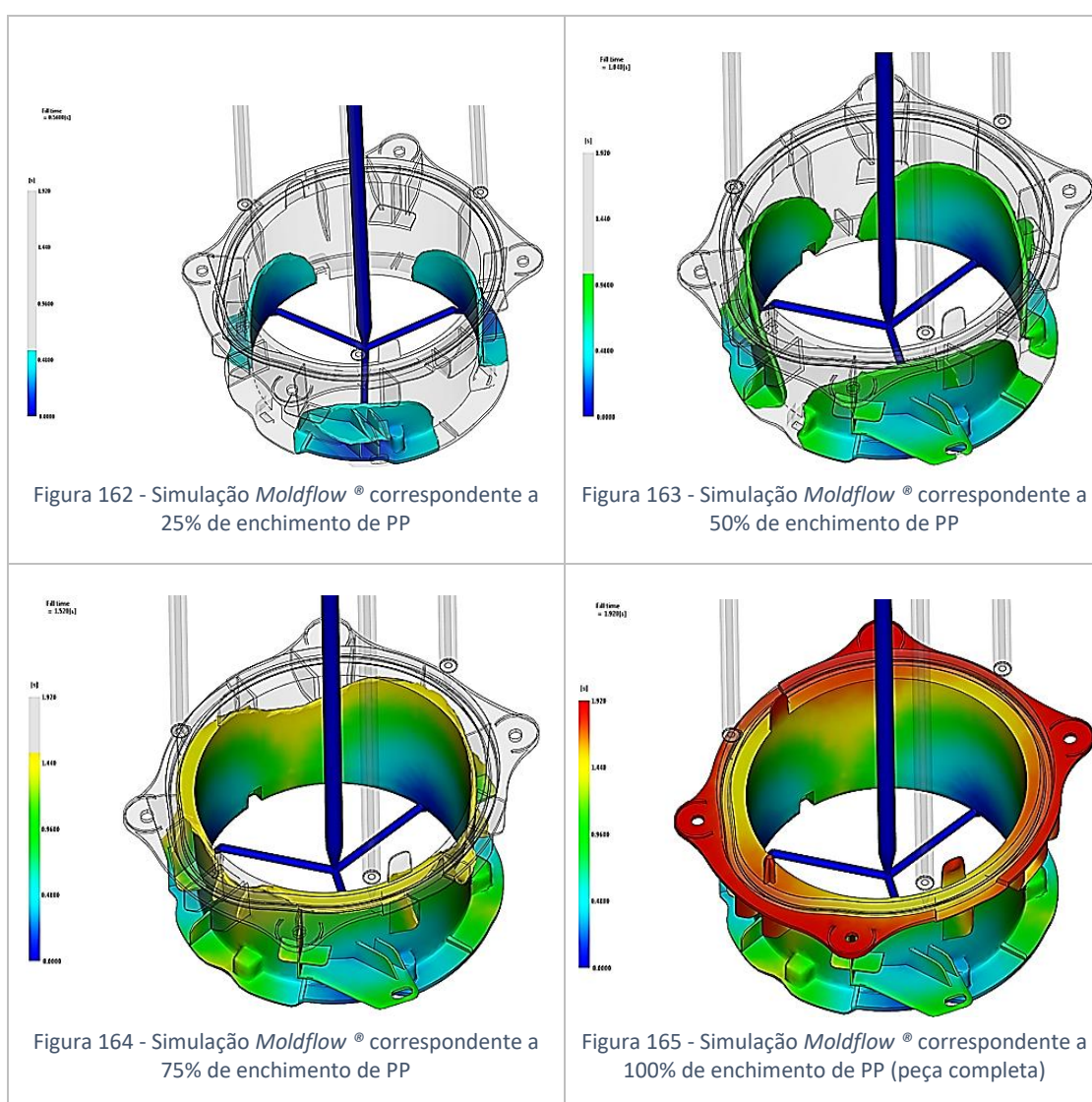


Utilizando as condições de processamento referidas anteriormente (Tabela 24), pode-se verificar a sequência e tempo de enchimento (Figura 161):

- Sequência de enchimento, do azul escuro para o vermelho;
- Tempo de injeção: 1,8 s;
- Tempo de recalque: 10 s.

O padrão de fluxo animado por cores e linhas (canais) de fluxo, dá-nos o resultado e mostra a posição da frente do fluxo em intervalos regulares, à medida que a cavidade enche. **Note-se que** a peça enche bem com a proposta aprovada no desenho preliminar. Seguidamente, pode-se verificar o fluxo padrão em quatro passos (Tabela 25):

Tabela 25 - Evolução do enchimento do PP



Observando o enchimento em quatro fases, pode-se verificar que a peça na primeira atinge 25% de enchimento de PP aos 0,56 s (Figura 162). Numa segunda fase, verifica-se que a peça atinge os 50% de enchimento aos 1,04 s (Figura 163). Na terceira fase,

verifica-se que a peça atinge os 75% de enchimento aos 1,52 s (Figura 164). Na última fase, verifica-se que a peça fica completamente preenchida aos 1,92 s (Figura 165). Uma linha de solda é uma falha visível ou fraqueza criada quando dois ou mais caminhos de fluxo se encontram durante o processo de enchimento (Figura 166). Ocorrerá uma "boa" linha de soldadura se durante a sua formação, a temperatura da massa fundida não ultrapassar os 10°C abaixo da temperatura de injeção.

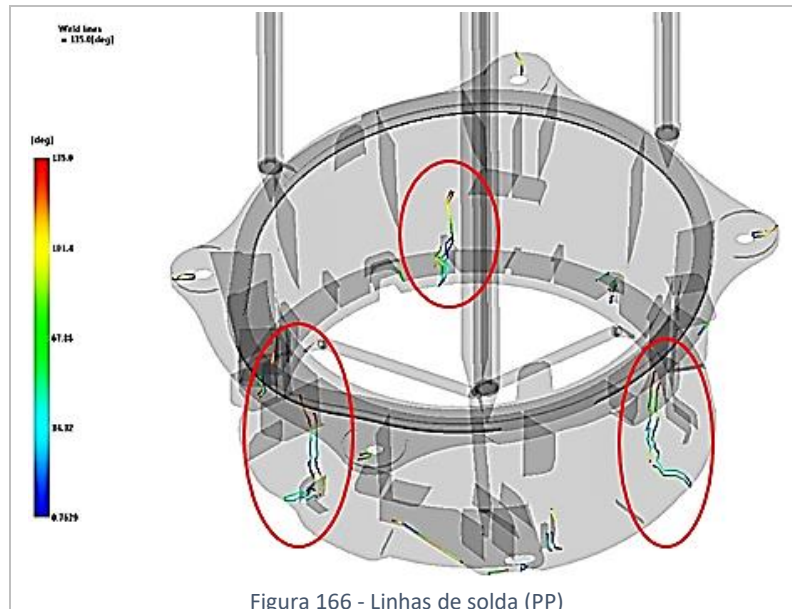


Figura 166 - Linhas de solda (PP)

O ar aprisionado ocorre quando a massa fundida captura e comprime uma bolha de ar ou gás entre duas ou mais frentes de fluxo convergentes, ou entre a frente de fluxo e a parede da cavidade (Figura 167).

Tipicamente, o resultado é um pequeno buraco ou uma mancha na superfície da peça. Em casos extremos, a compressão aumenta a temperatura a um nível que faz com que o plástico se degrade ou queime.

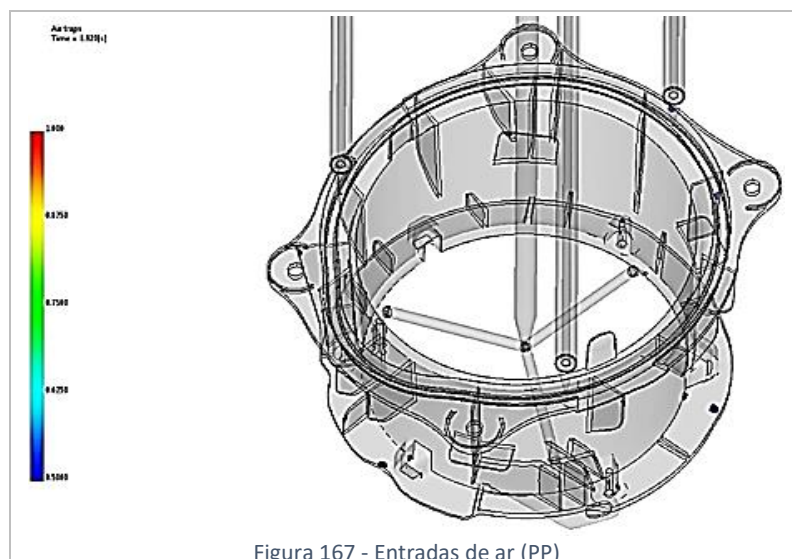
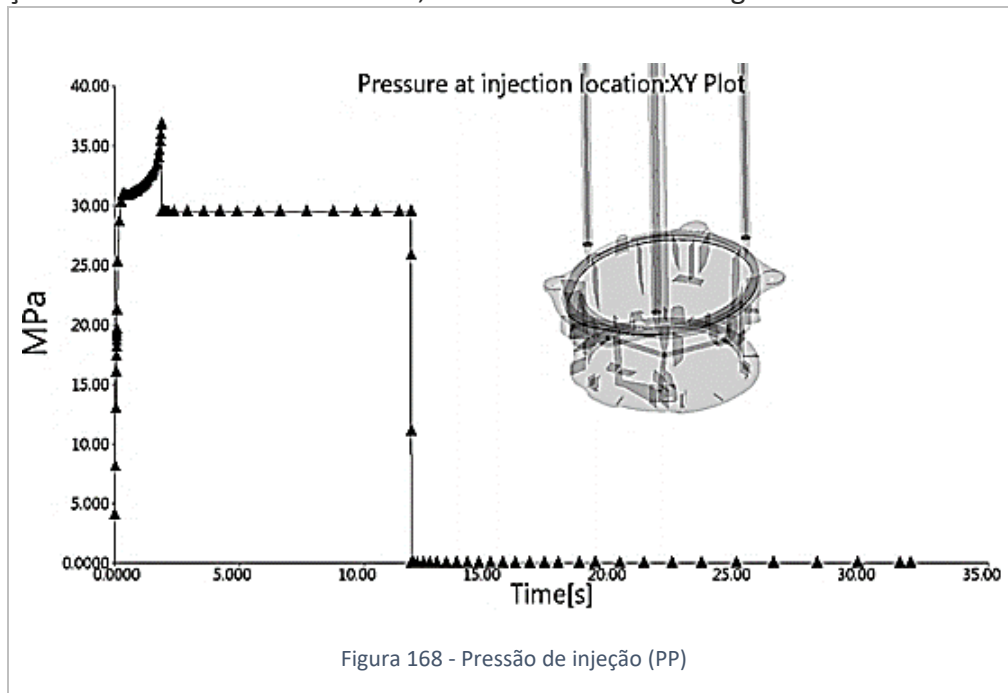
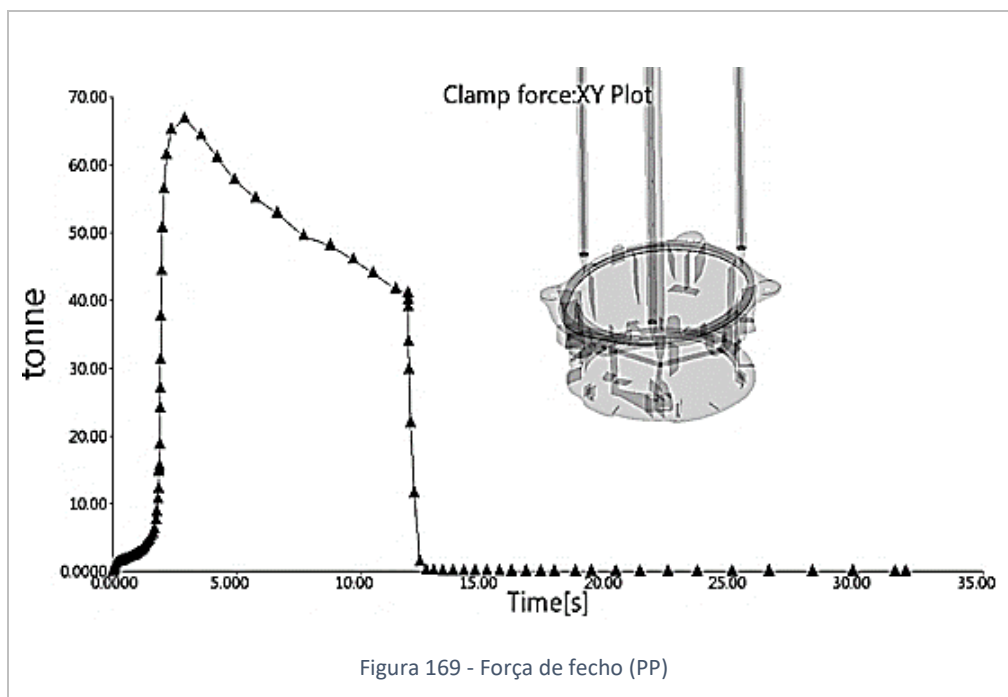


Figura 167 - Entradas de ar (PP)

Todavia, neste estudo pode-se analisar a pressão para cada cavidade, pressão de injeção e força de fecho. Para uma cavidade, os resultados são os seguintes:



Pela análise da figura anterior (Figura 168), pode-se verificar que a pressão de injeção máxima é de aproximadamente 37 MPa.

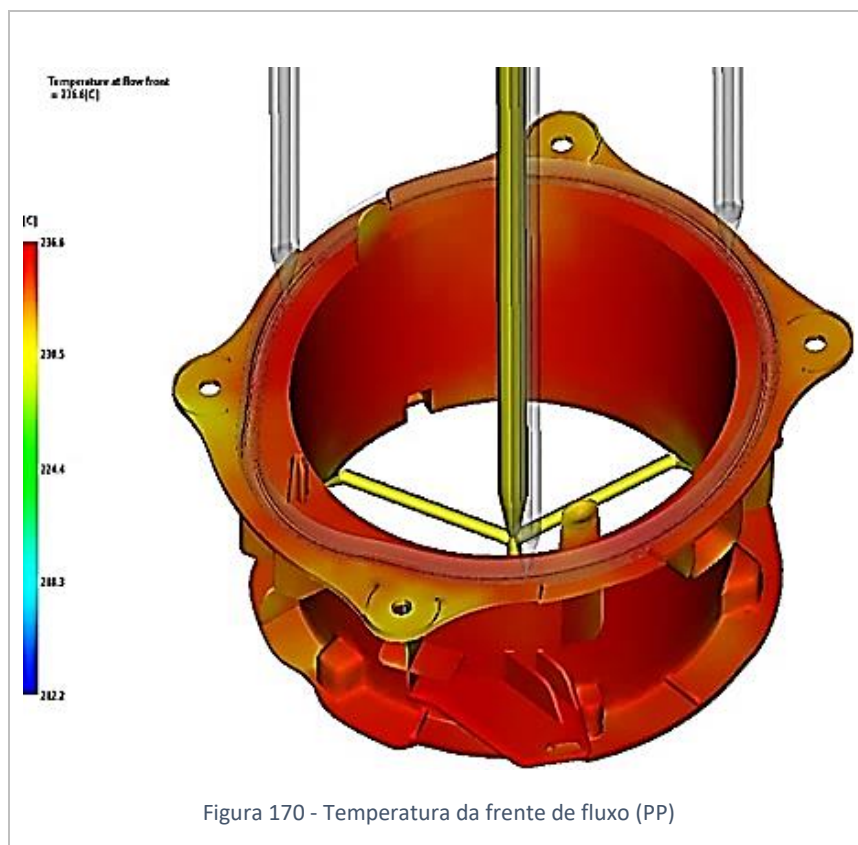


Pela análise da figura anterior (Figura 169), pode-se averiguar que a força de fecho máxima para uma cavidade é de sensivelmente 67 T. Porém, quando se avança para uma análise das temperaturas da frente de fluxo e do volume, tem-se a possibilidade de

verificar a temperatura do polímero quando a frente de fluxo atingiu um ponto específico.

A temperatura da frente de fluxo não deve ter uma variação significativa, ou seja, não deve cair e subir durante a fase de enchimento, sendo a variação máxima permitida de 10°C.

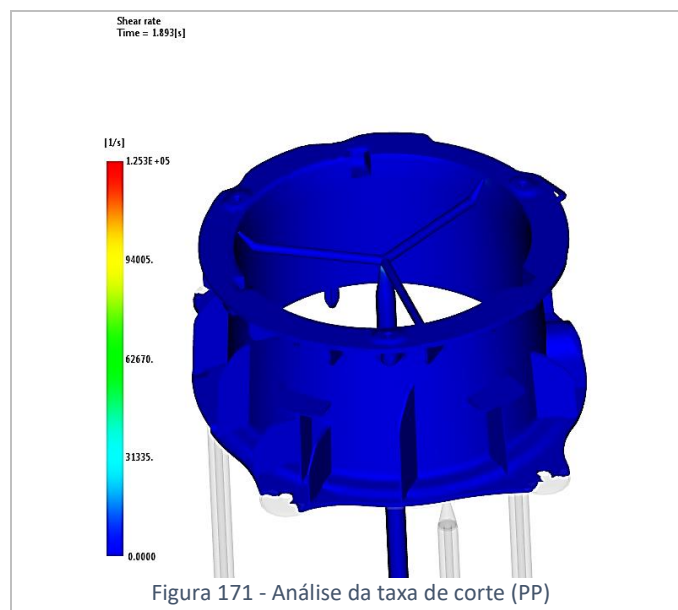
Contudo, pode-se averiguar na figura seguinte (Figura 170) que a temperatura varia aproximadamente dos 230,5 aos 236,6°C, o que mais uma vez, está dentro dos valores considerados admissíveis neste estudo.



Analisa-se facilmente que a variação no enchimento é inferior a 10°C (230,5 a 236,5° aproximadamente), ou seja, cerca de 6°C (Figura 170).

Na análise à taxa de corte (Figura 171), conclui-se que esta é uma medida de quão rapidamente as camadas de plástico deslizam entre si. Se este fenómeno acontecer muito rápido, as cadeias de polímero quebram e o material degrada-se.

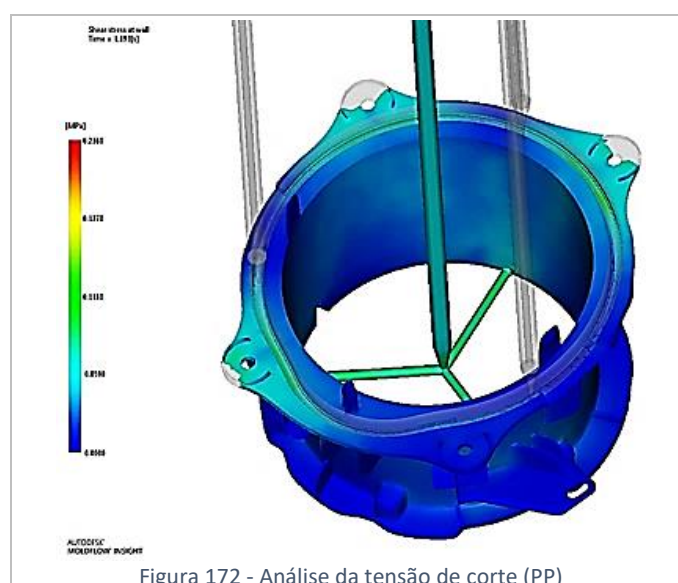
A taxa de corte em massa não deve exceder o valor máximo recomendado para o material na base de dados. Exceder esse valor, provavelmente levaria à degradação do polímero.



Como se pode verificar mais uma vez, o estudo está dentro dos valores recomendados (Figura 171), isto porque o valor máximo para este material é de 100000 1/s (Os valores recomendados para o PP, encontram-se na Tabela 24, atribuídos pelo *software* CAE após introdução da designação do material).

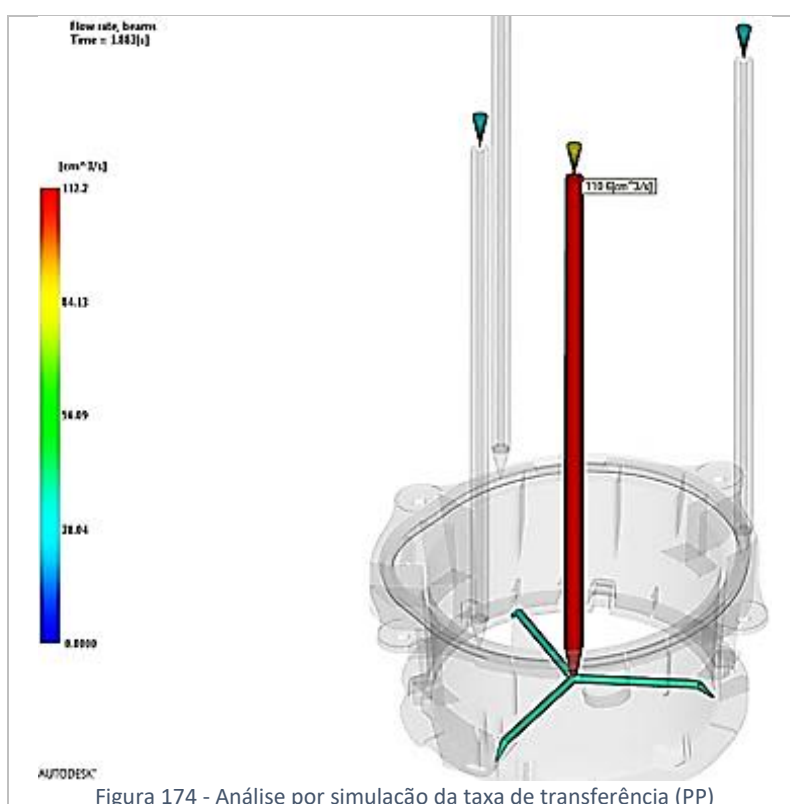
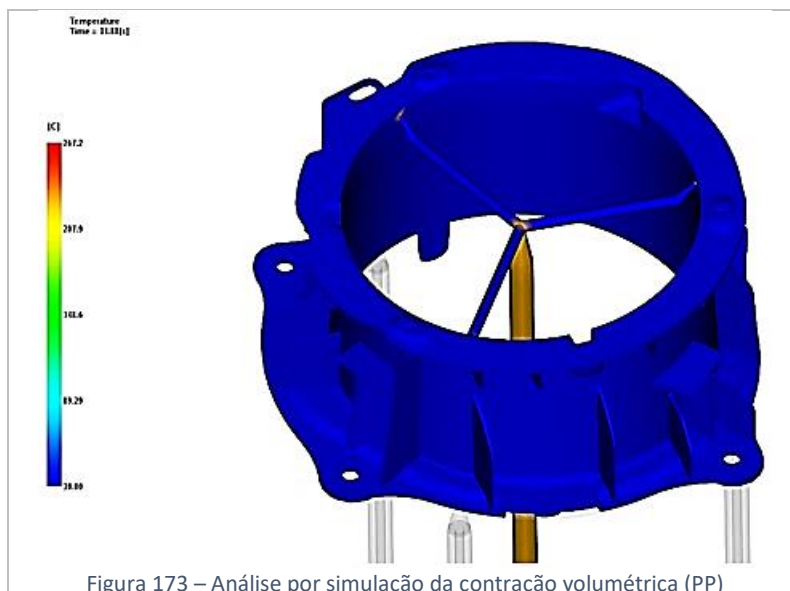
No estudo da tensão de corte (Figura 172), analisa-se o resultado desta tensão no material e verifica-se o esforço de corte na interface congelado/fundido de plástico no momento do registo do resultado.

A tensão de corte é uma medida dos fatores que afetam o grau de orientação da massa fundida junto da camada congelada. Materiais orientados tendem a encolher mais do que materiais não orientados, de modo que uma orientação demasiado vincada perto do bordo de fusão em comparação com perto do centro, levará a maior tensão residual. As tensões residuais mais elevadas podem resultar em peças com fissuração por esforço durante a ejeção ou em serviço.



Este estudo continua a ser bem-sucedido, pelo motivo que, o valor máximo para este material é 0,25 MPa (Tabela 24), logo, dentro do limite recomendado, já que se obteve o valor máximo de tensão de corte de 0,2360 MPa (Figura 172).

Pode-se ainda analisar (PP) a contração volumétrica (Figura 173) e a taxa de transferência (Figura 174):



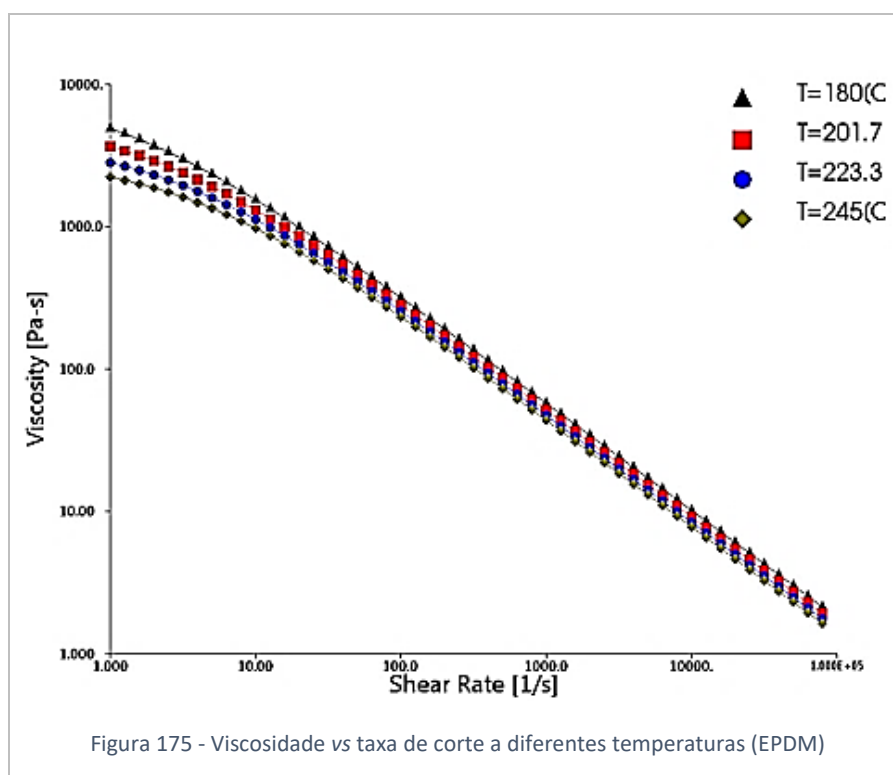
Este é o resultado obtido para uma cavidade, tendo sido obtida uma taxa de transferência na ordem dos 110,6 cm³/s (Figura 174).

3.6.3 Análise *Moldflow*® do EPDM

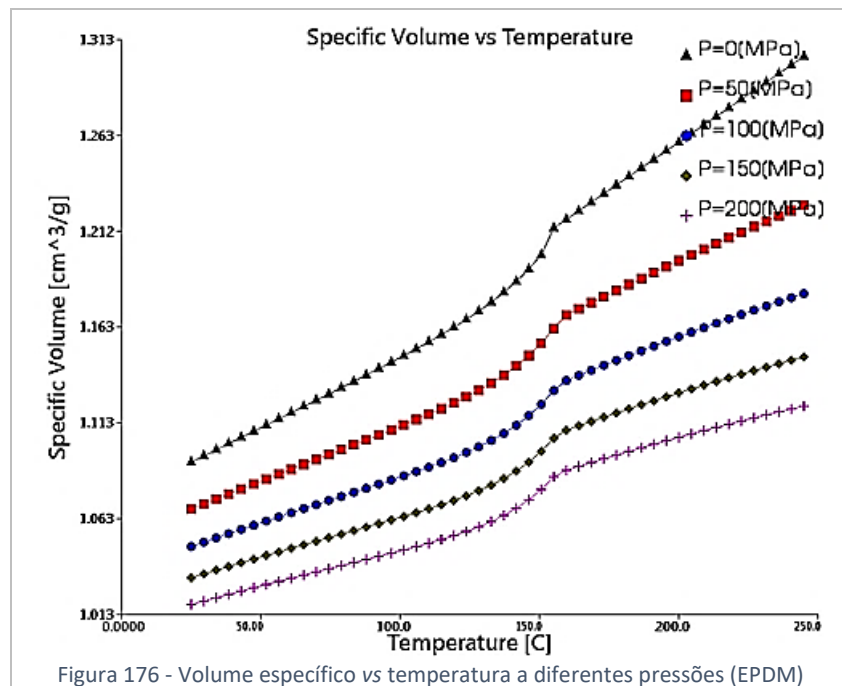
As propriedades do EPDM utilizado poderão ser analisadas na Tabela 26.

Tabela 26 – Propriedades do material Santoprene 121-75 M100 (TPE-V)

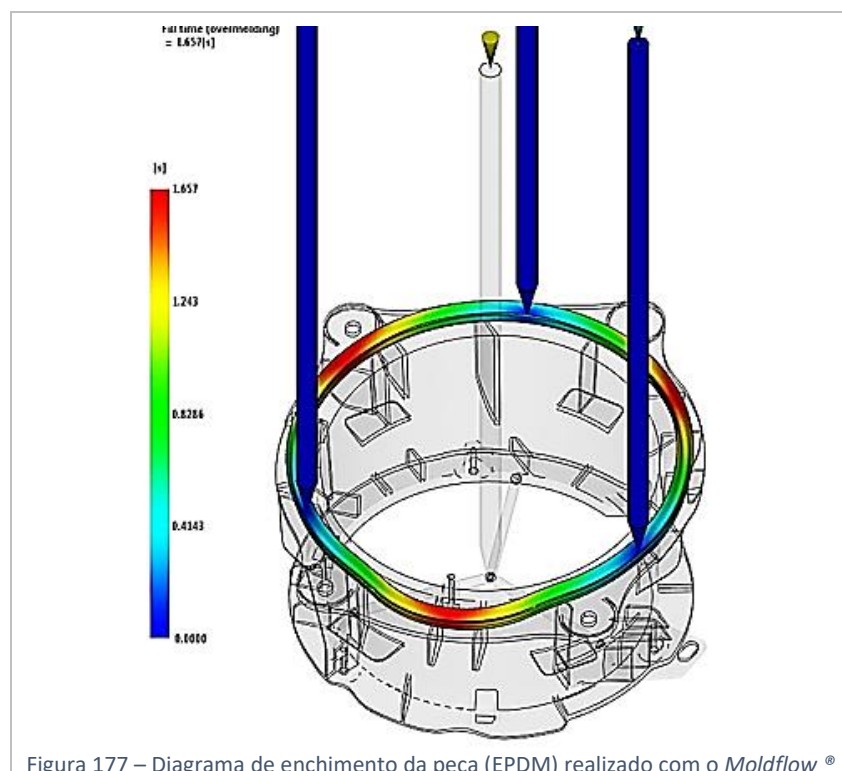
Condições de processamento	
Temperatura do molde	40°C
Temperatura de fusão	200°C
Temperatura máxima de fusão	260°C
Temperatura de extração	100°C
Temperatura mínima de escoamento	113°C
Taxa de corte máxima	40000 1/s
Tensão de corte máxima	0,30 MPa
MFI	Não aplicável



Tal como no PP, o mesmo acontece com o EPDM. Como se pode verificar na figura anterior (Figura 175), a taxa de corte quando aumenta tende a aproximar a viscosidade independentemente da temperatura e, por outro lado, quanto menor a temperatura, maior a redução da viscosidade do material.



A interpretação da figura anterior (Figura 176), tal como no PP, transmite que quando se possuir menor pressão e maior for a temperatura, maior irá ser o volume específico.



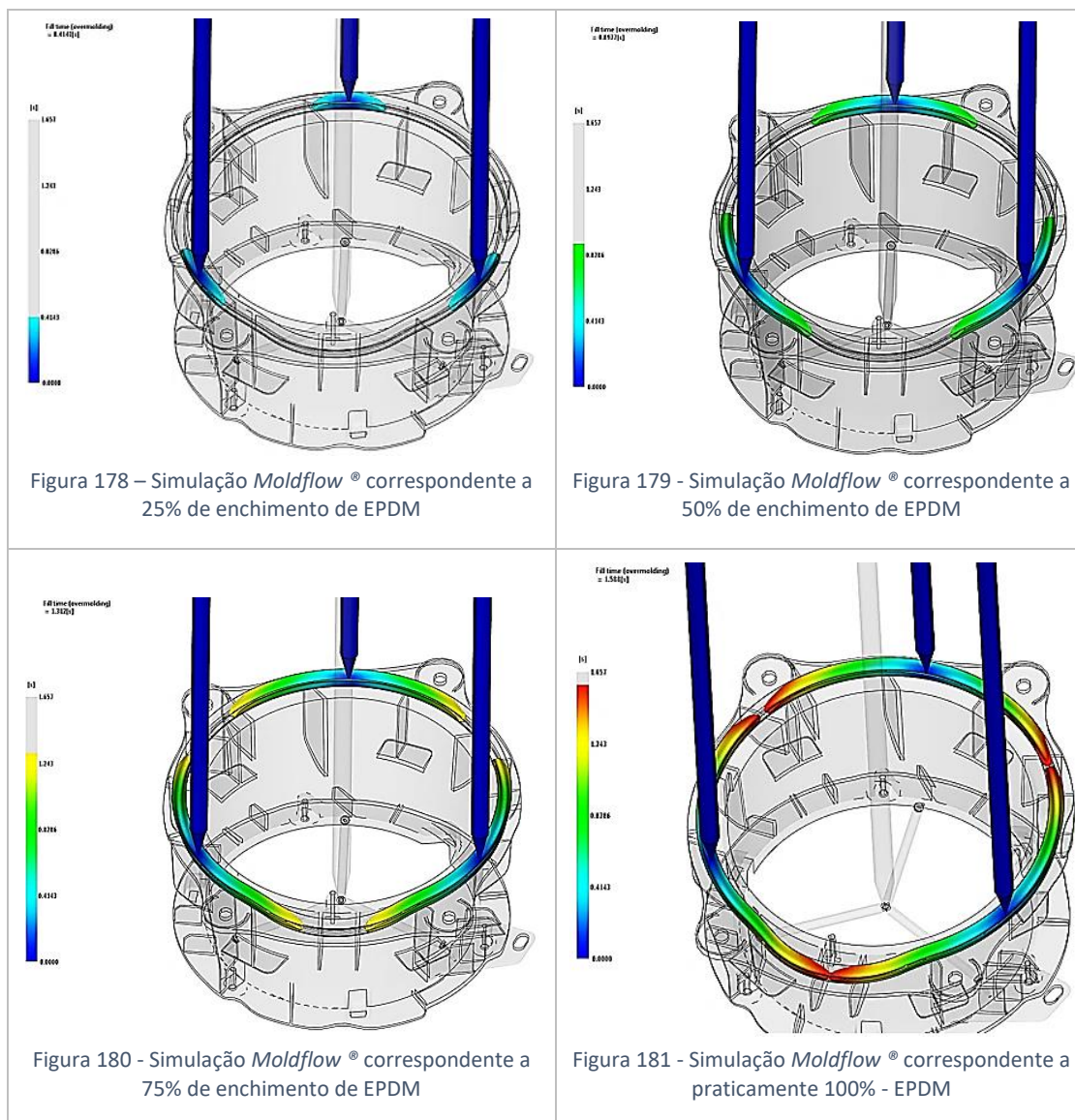
Utilizando as condições de processamento referidas anteriormente (Tabela 26), pode-se verificar a sequência e tempo de enchimento (Figura 177):

- Sequência de enchimento, do azul escuro para o vermelho;
- Tempo de injeção: 1,5 s;

➤ Tempo de recalque: 10 s.

O padrão de fluxo animado por cores e os canais de injeção diretos à peça, oferecem o resultado, mostrando a posição da frente do fluxo em intervalos regulares, à medida que a cavidade enche. **Note-se que** a peça enche bem com a proposta aprovada no desenho preliminar. Pode-se verificar o fluxo padrão nos quatro passos seguintes (Tabela 27).

Tabela 27 - Evolução do enchimento do EPDM



Verificando o enchimento em quatro fases, pode-se verificar que a peça na primeira, atinge 25% de enchimento de EPDM aos 0,4143 s (Figura 178). Numa segunda fase, verifica-se que a peça atinge os 50% de enchimento aos 0,8977 s (Figura 179). Na terceira fase, verifica-se que a peça atinge os 75% de enchimento aos 1,243 s (Figura 180). Nesta fase final a peça fica praticamente completa aos 1,588 s (Figura 181), a mesma verifica-se completamente preenchida quando se atinge 1,657 s.

Ocorrerá uma "boa" linha de soldadura se durante a sua formação a temperatura da massa fundida não ultrapassar os 10°C abaixo da temperatura de injeção.

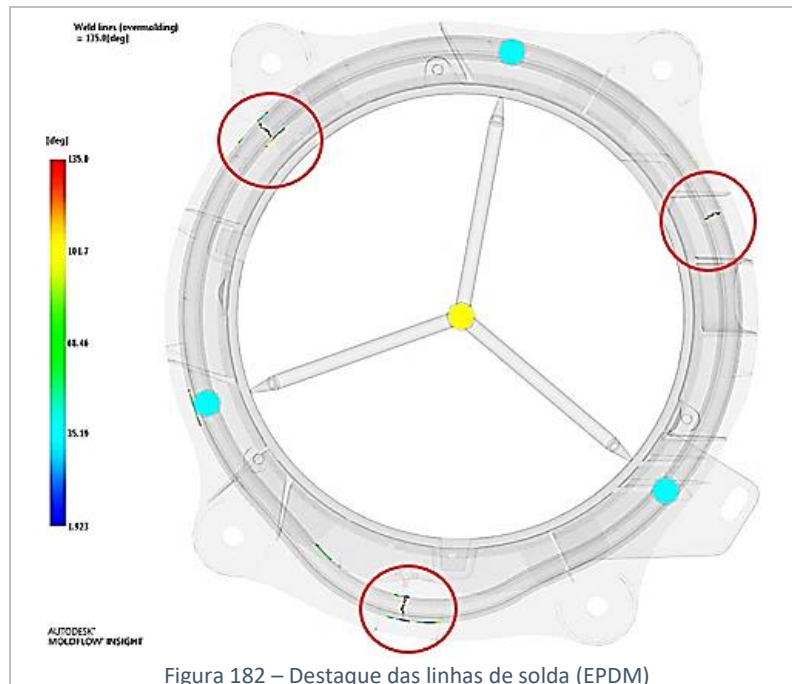


Figura 182 – Destaque das linhas de solda (EPDM)

Conforme referido anteriormente, o ar aprisionado ocorre quando a massa fundida captura e comprime uma bolha de ar ou gás entre duas ou mais frentes de fluxo convergentes, ou entre a frente de fluxo e a parede da cavidade (Figura 183). O resultado é um pequeno buraco ou uma mancha na superfície da peça. Em casos extremos, a compressão aumenta a temperatura a um nível que faz com que o plástico se degrade ou queime.

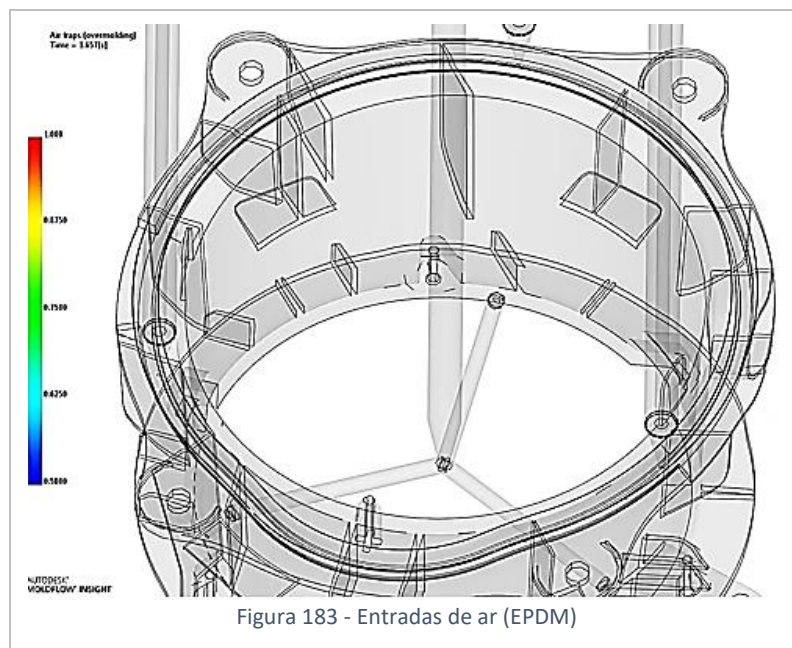
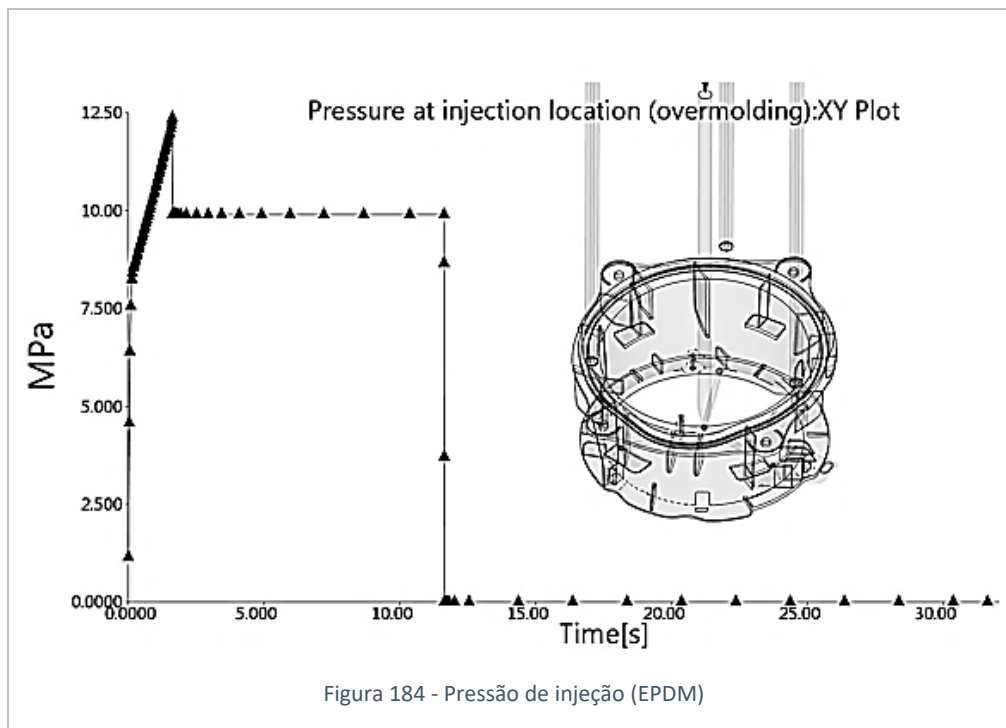
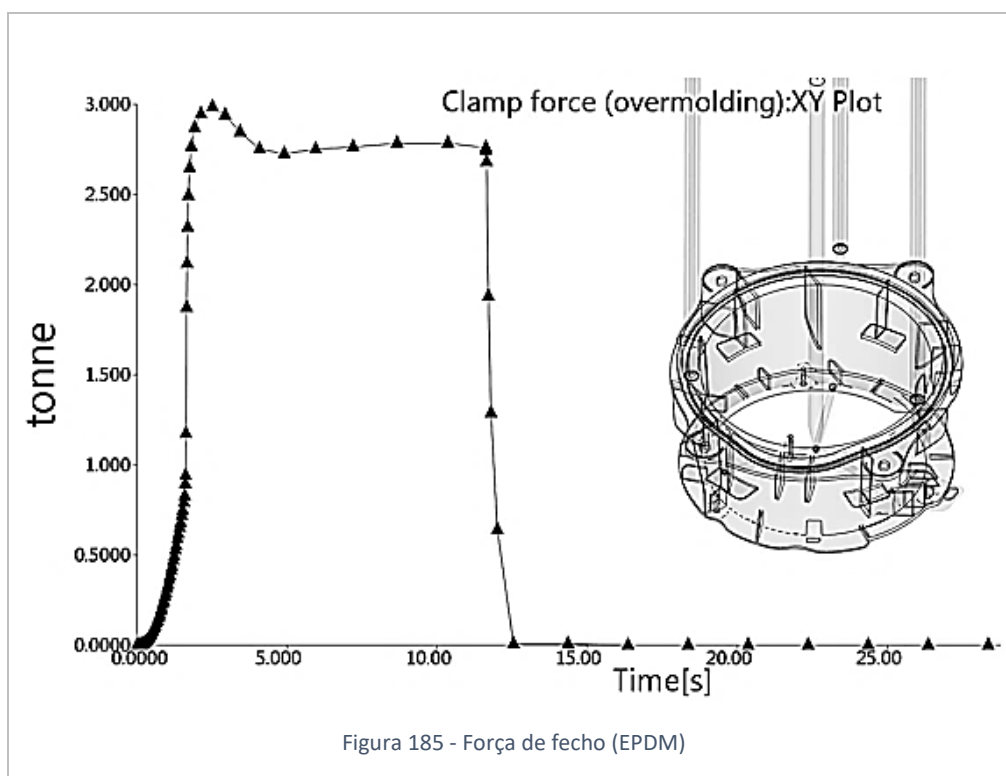


Figura 183 - Entradas de ar (EPDM)

Porém, neste estudo pode-se analisar a pressão para cada cavidade, pressão de injeção e força de fecho. Para uma cavidade, os resultados são os seguintes:

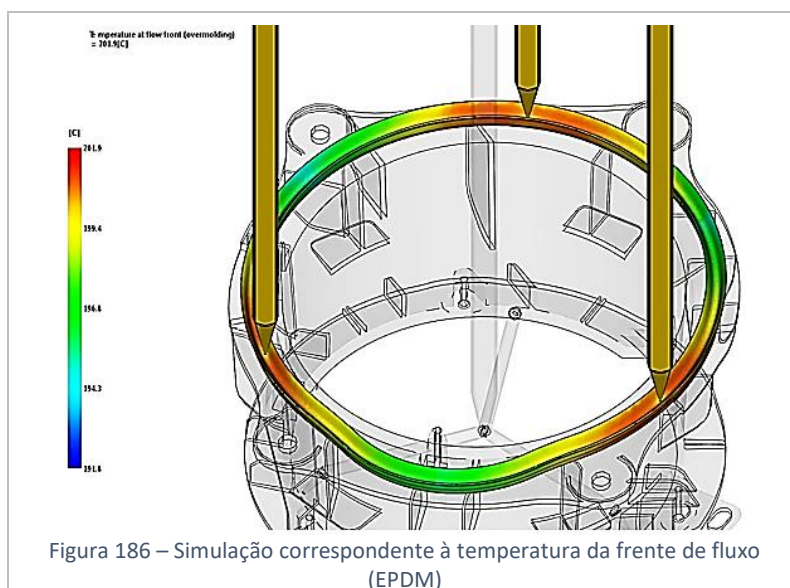


Pela análise da figura anterior (Figura 184), pode-se verificar que a pressão de injeção máxima é de aproximadamente 12 MPa.



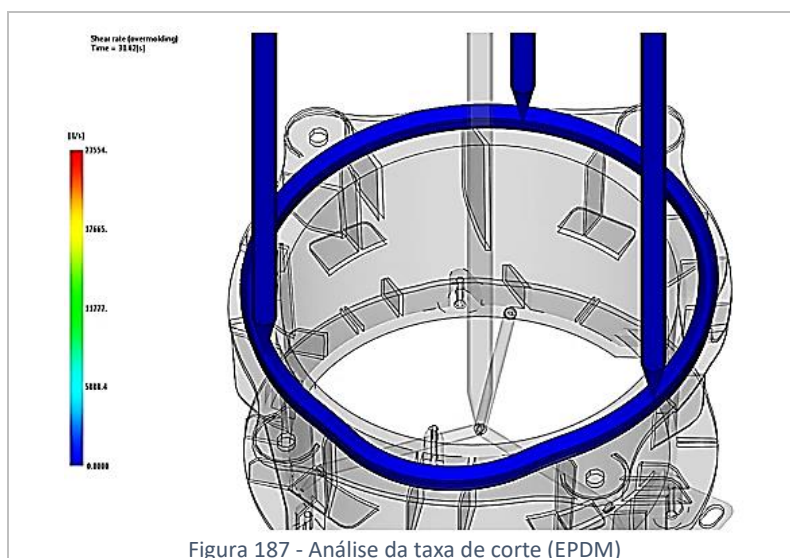
Pela análise da figura anterior (Figura 185), pode-se apurar que a força de fecho máxima para uma cavidade é de sensivelmente 3 T. Porém, quando se avança para uma análise das temperaturas da frente de fluxo e do volume, tem-se a possibilidade de verificar a temperatura do polímero quando a frente de fluxo atingiu um ponto específico.

Pode-se averiguar na figura seguinte (Figura 170) que, mais uma vez a temperatura varia aproximadamente dos 230,5 aos 236,6°C, o que está dentro do intervalo estipulado para este projeto ($< 10^{\circ}\text{C}$).



Analisa-se facilmente que a variação no enchimento é inferior a 10°C (201,9 a $194,3^{\circ}$ aproximadamente), ou seja, cerca de $7,6^{\circ}\text{C}$ (Figura 186).

A taxa de corte em massa (Figura 187) não deve exceder o valor máximo recomendado para o material na base de dados. Exceder esse valor, provavelmente levaria à degradação do polímero.



Como se pode verificar mais uma vez, os valores estão dentro do recomendado (Figura 187), isto porque o valor máximo para este material é de 40000 1/s.

A análise à tensão de corte (Figura 172 e Figura 188) no material, permite verificar o esforço na interface congelado/fundido do plástico no momento do registo do resultado.

A tensão de corte é uma medida dos fatores que afetam o grau de orientação da massa fundida junto da camada congelada. Materiais orientados tendem a encolher mais do que materiais não orientados, de modo que uma maior orientação perto do bordo de fusão em comparação com locais perto do centro, levará a maior tensão residual. As tensões residuais mais elevadas podem resultar em peças com fissuração por esforço durante a ejeção ou em serviço.

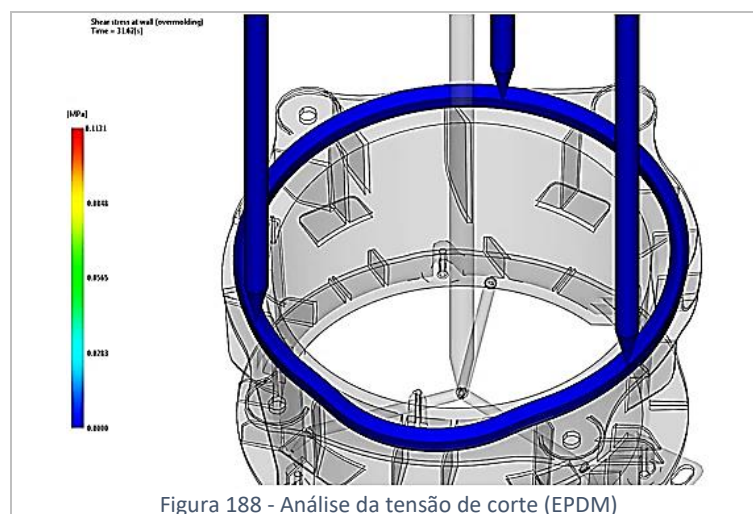


Figura 188 - Análise da tensão de corte (EPDM)

Verifica-se assim que o estudo continua bem orientado, já que o valor máximo para este material é 0,30 MPa, logo; dentro do limite recomendado, já que o valor máximo de tensão de corte registado foi de 0,1131 MPa (Figura 172 e Figura 188).

Pode-se ainda analisar (EPDM) a contração volumétrica (Figura 173 e Figura 189) e a taxa de transferência (Figura 190):

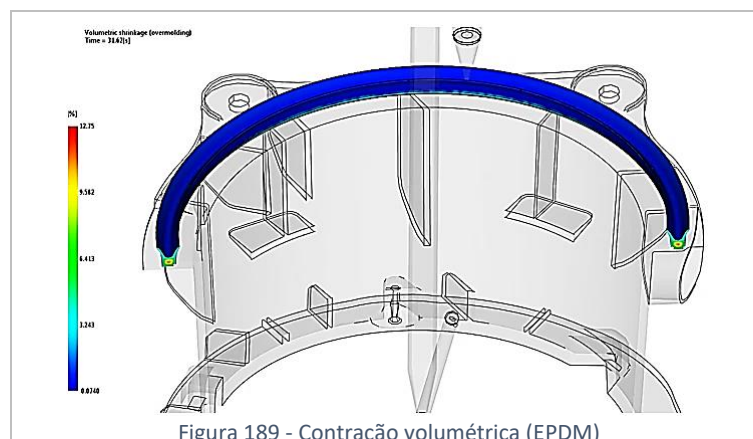
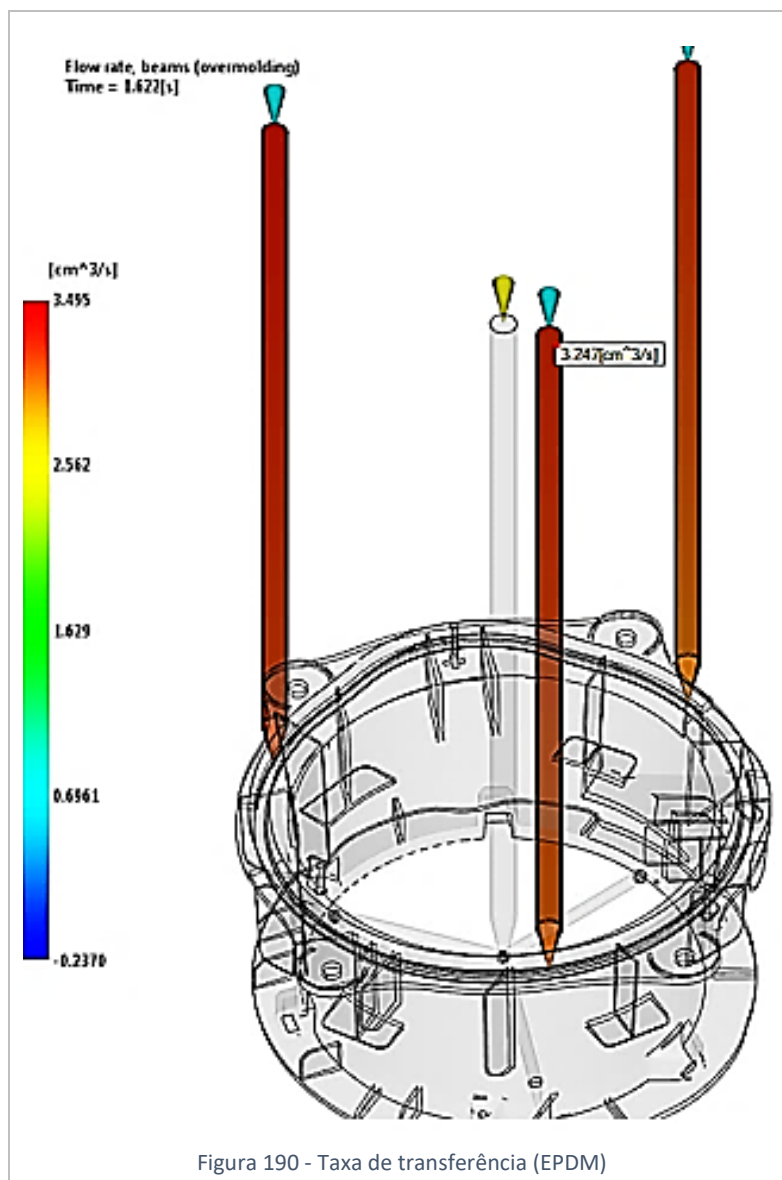


Figura 189 - Contração volumétrica (EPDM)



Este é o resultado para uma cavidade. Tem-se uma taxa de transferência na ordem dos 3,247 cm³/s (Figura 190).

3.7 Pedido dos sistemas de injeção

Os sistemas de injeção são acessórios que têm prazos de entrega bastante longos, logo, este é o momento ideal para oficializar o pedido/encomenda, visto que já se obteve a aprovação nos desenhos preliminares e a confirmação da aptidão no estudo *moldflow*[®].

O pedido dos sistemas de injeção consiste numa apresentação das peças, entre outros desenhos, em conjunto com complementos que se podem verificar no anexo (6.7) da presente dissertação.

Contudo, a base do pedido pode-se verificar seguidamente, onde cada peça é separada devido à diferença de características dos polímeros:

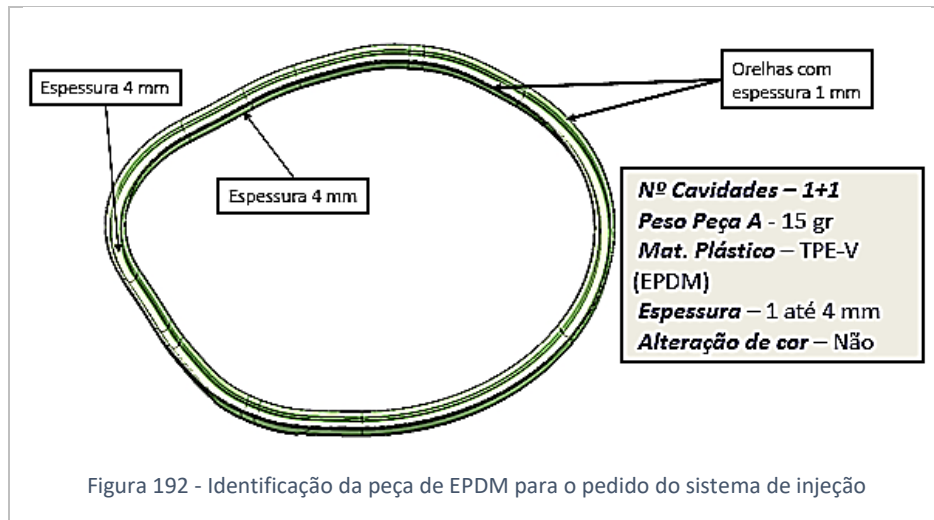
- Começa-se por identificar as máquinas de injeção onde o molde irá trabalhar. Desta forma, o fornecedor terá um conhecimento mais abrangente sobre o trabalho a executar. No entanto, sendo um molde de bi-injeção rotativo, não existe um parque muito alargado, logo, como se pode verificar a injetora de ensaio interno e do cliente são idênticas (Tabela 28).

Tabela 28 - Identificação da(s) máquina(s) de injeção

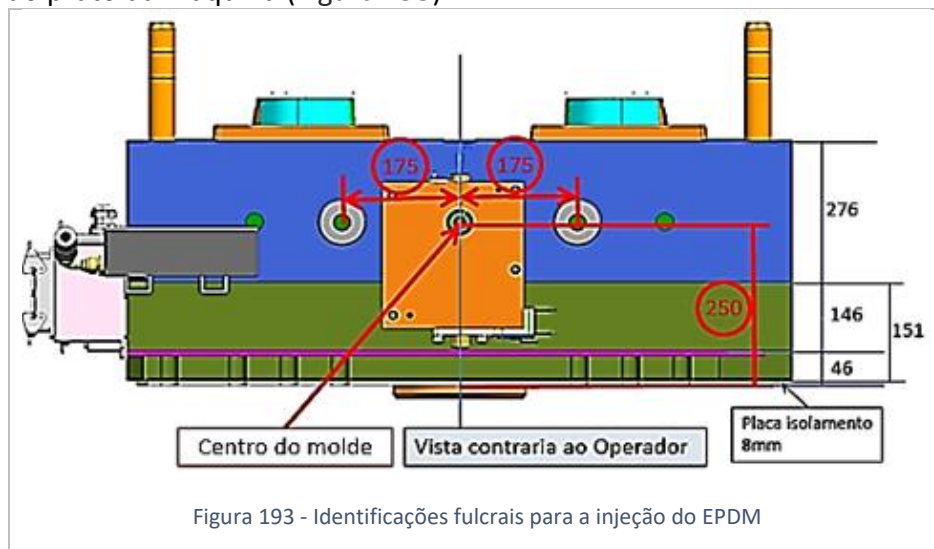
Contração:			
Máquina de Injeção Cliente:		Máquina para ensaio interno:	
EN 600 BI/ROT	Ton	EN 600 BI/ROT	Ton
Verificado	Ok	Verificado	Ok

- O segundo passo é fazer uma pequena demonstração das peças a injetar, no caso, cada peça é constituída por dois polímeros distintos (Figura 191 e Figura 192). Deve-se apresentar o tipo de material de cada peça, as suas espessuras, o número de cavidades, entre outros parâmetros e características que conduzam o fornecedor à realização de um bom trabalho.





- Seguidamente, sendo um molde específico, deve-se indicar algumas normas das quais o fornecedor poderá não ter o devido conhecimento, ou, para que o trabalho seja bem executado à primeira. Neste tipo de injeção de elastómeros em moldes rotativos, existem indicações específicas, sendo que, neste molde de bi-injeção lateral, a fixação do segundo fuso deverá ser feita no molde através de dois furos roscados, equidistantes do fuso 175 mm, deverá estar localizado no lado oposto ao operador e centrado no molde, a uma distância de 250 mm do prato da máquina (Figura 193).



- Contudo, para a inexistência de dúvidas, identificam-se as injeções e o seu posicionamento no molde (Figura 194).

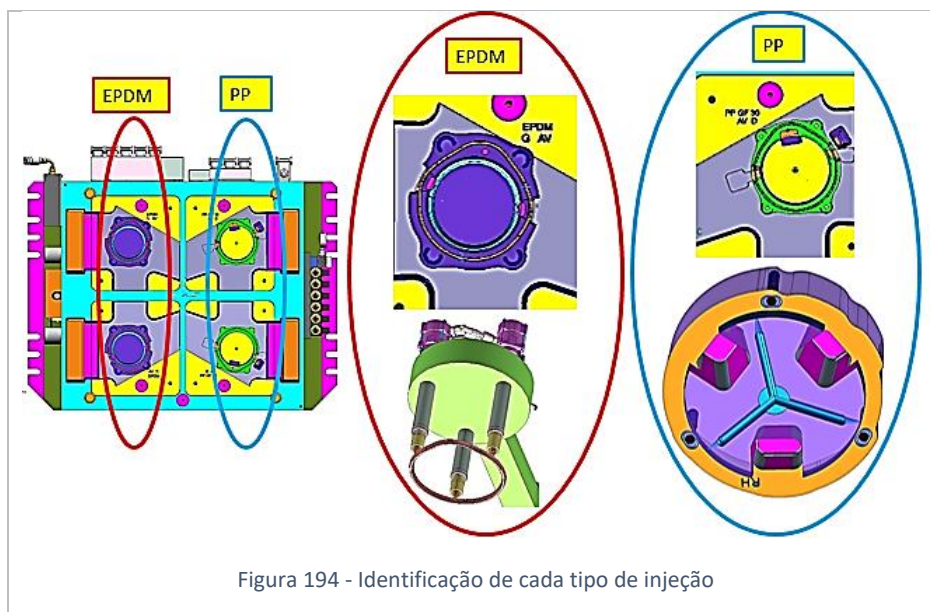


Figura 194 - Identificação de cada tipo de injeção

- Todavia, é igualmente importante identificar o topo do molde, assim como, o lado do operador, identificar a localização das eletroválvulas, do manómetro, das caixas eléctricas, entre outros, como é o caso das dimensões máximas dos blocos de aço onde serão montados os sistemas de injeção (Figura 195).

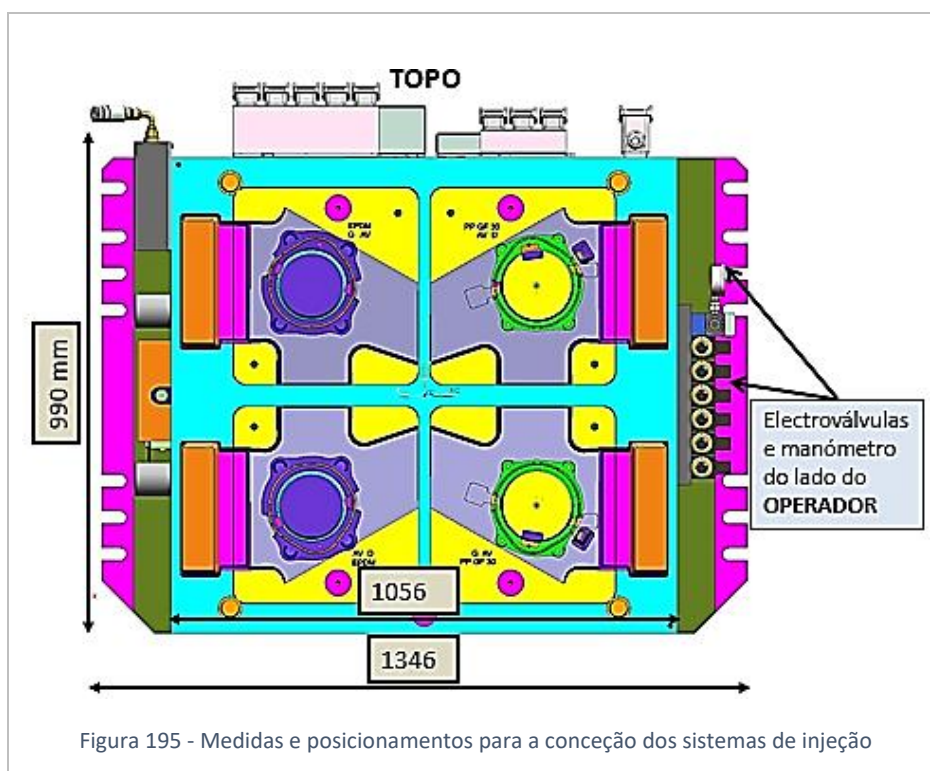


Figura 195 - Medidas e posicionamentos para a concepção dos sistemas de injeção

- Para finalizar o pedido dos sistemas de injeção para o molde, deve-se identificar o tipo de bicos, sendo que são bicos abertos para o PP e valvulados sequenciais para o EPDM (Figura 196). Deve-se ainda identificar detalhadamente a localização e altura de cada bico (Figura 196 e Tabela 29).

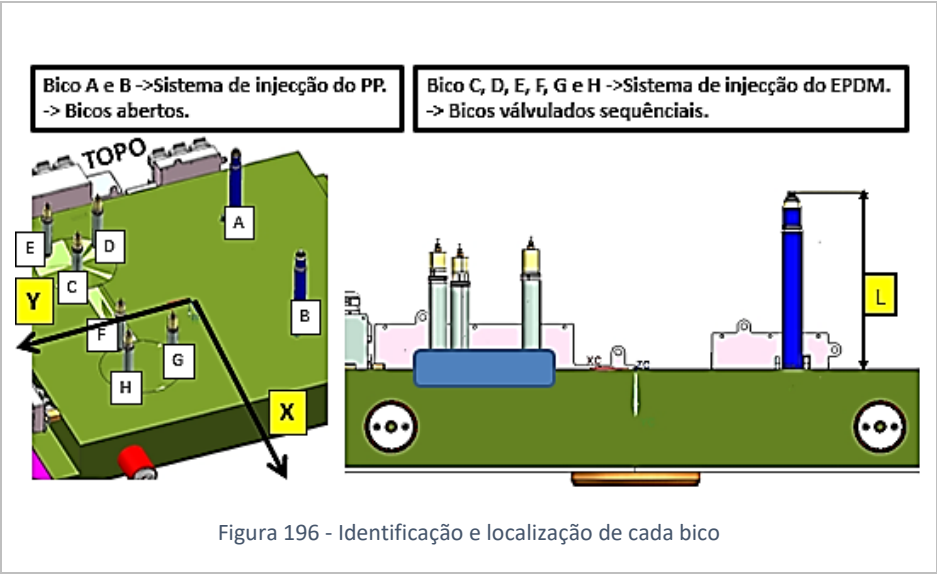


Tabela 29 - Posicionamento e comprimentos dos bicos de injeção

Bicos dos sistemas de injeção			
Bicos	X	Y	L
A	-228,6	-233,8	281
B	228,6	-233,8	281
C	-144,1	253,7	200
D	-256,9	152,2	211
E	-293,8	294,4	208
F	144,1	253,7	200
G	256,9	152,2	211
H	293,8	294,4	208

Porém, este pedido é acompanhado de outros documentos de reforço (Anexo 6.7) para uma boa execução do trabalho por parte do fornecedor.

Posteriormente, após o pedido dos sistemas de injeção, o fornecedor executará os desenhos 3D e enviará em conjunto com outra documentação para a aprovação do projetista.

O maior erro que pode acontecer num pedido de um qualquer sistema de injeção, é o projetista aprovar o envio do fornecedor e posteriormente verificar que não analisou devidamente os dados recebidos, logo, existir a necessidade de pedir para alterar qualquer coisa, nem que seja por exemplo, deslocar um bico 5 mm em X. Este tipo de ocorrências acarreta custos tremendos, para além de alterar o prazo de entrega do sistema físico na empresa.

3.8 Projeto do molde: fase modulação

A modelação consiste em executar o estudo e desenvolvimento mecânico dos elementos moldantes e garantir o espaço para o deslocamento dos movimentos sem a existência de colisões. Nesse sentido, trabalha-se com superfícies e elabora-se a junta do molde, muitas vezes aproveitando as peles da peça. No fim, a união das superfícies dá origem a sólidos.

3.8.1 Receção da banda válida para projeto

Após a fase preliminar o cliente envia novos ficheiros da peça, os quais se podem designar de bandas válidas para maquinação. Aqui, verifica-se se todas as indicações efetuadas na análise da peça foram implementadas, como indicado no subcapítulo 3.3.1. Só depois se avança para a execução da modelação.

3.8.2 Início da modelação

Começa-se por criar uma “*assemblagem*” para a modelação, ou seja, uma árvore de pastas pré-renomeadas (Figura 197). Importa-se a peça válida para a pasta de nome *part*, pois a peça vem do cliente na posição carro (Figura 198).

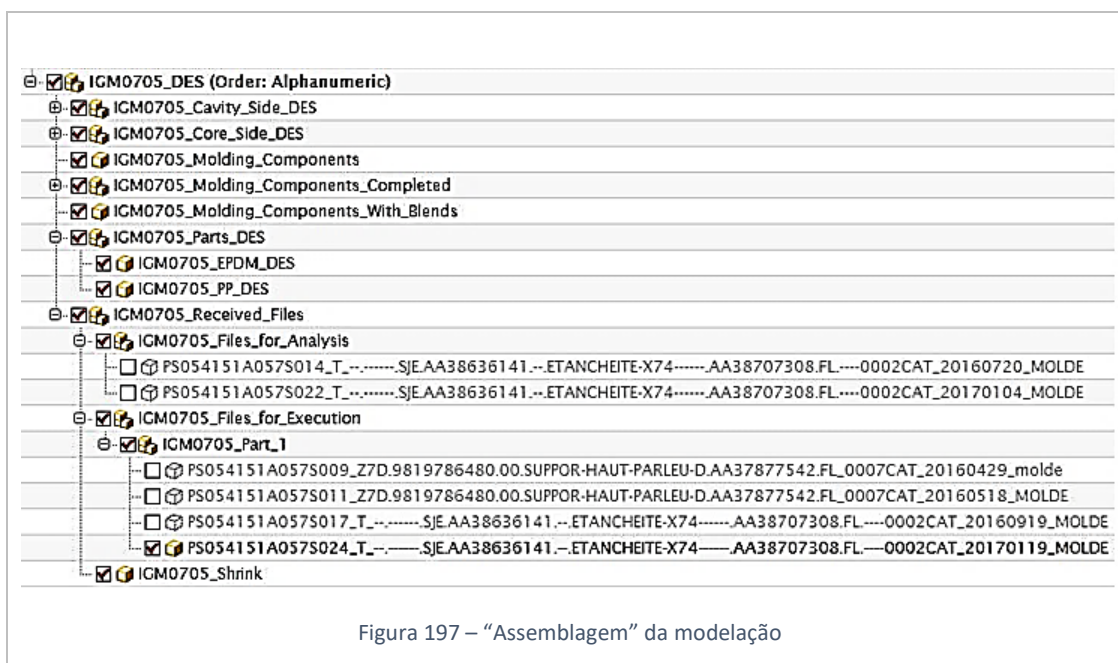
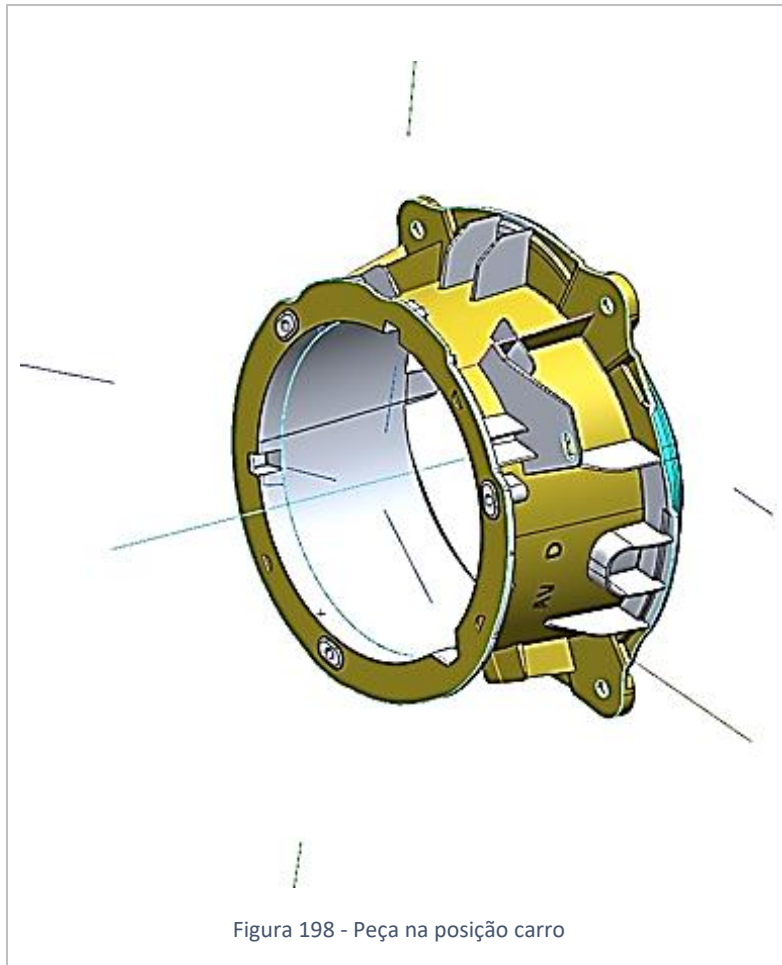
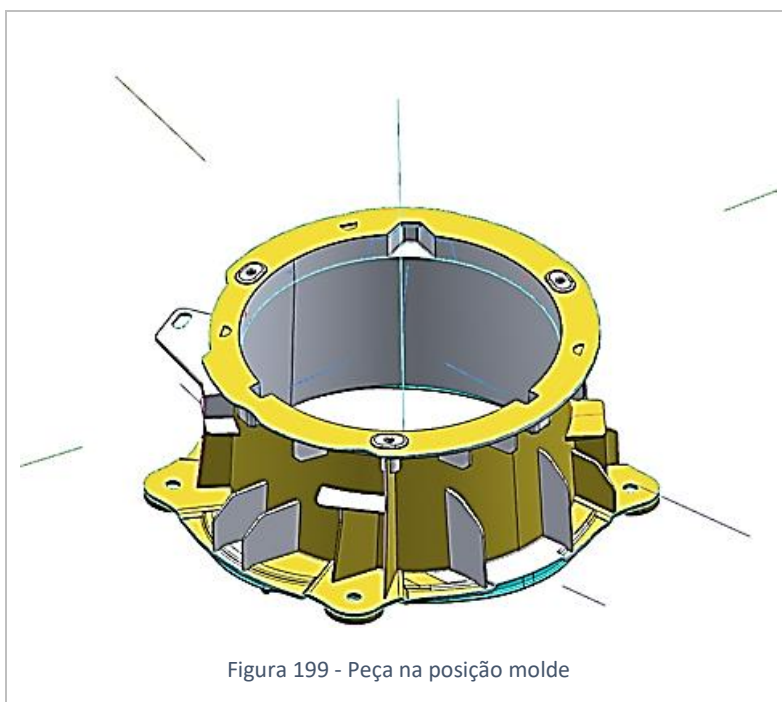


Figura 197 – “Assemblagem” da modelação



Seguidamente, posiciona-se toda a pasta *part* na posição molde (Figura 199).



Desta forma, fica-se com duas vertentes, ou seja, a pasta *part* mostra a peça na posição molde e, dentro da mesma pasta, a peça encontra-se na posição carro. No entanto, no primeiro modo, o utilizado no projeto, além de se ter acesso às duas posições rapidamente, o *software* tem uma ferramenta que mostra as transformações em poucos segundos (Figura 200).

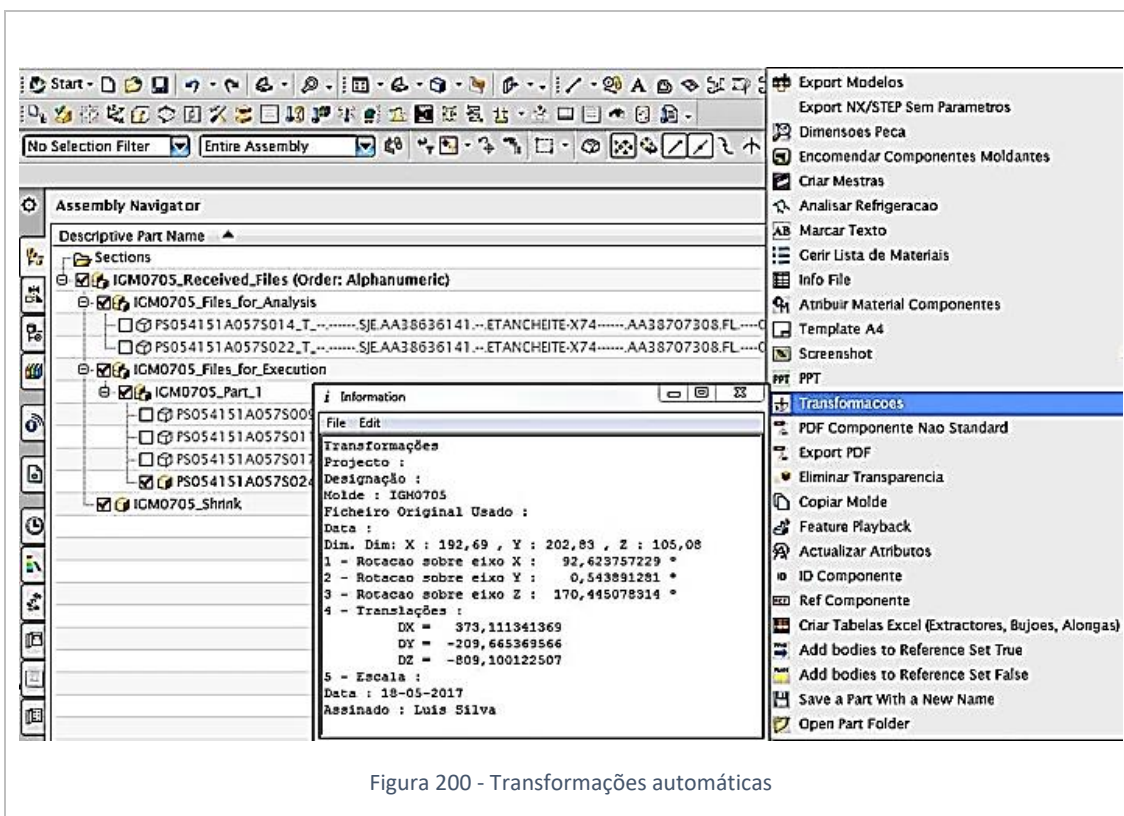


Figura 200 - Transformações automáticas

Chegando a esta fase, faz-se o *link* associativo da peça na posição molde para uma pasta de nome *shrink* e, dentro desta, dá-se à peça a majoração necessária devido à contração do material (ver subcapítulo 3.5.1).

Todavia, dada a majoração, faz-se o *link* não associativo da peça para a pasta *molding components* (Figura 197) e fica-se no ponto de partida para a modelação dos acessórios de gravação.

A peça majorada na posição molde é o primeiro objetivo da modelação. Só assim se pode executar a separação do macho e cavidade.

3.8.3 Separação das peças de PP e EPDM

A separação das peças pode ser feita em superfícies ou diretamente por sólidos, usando o comando *trim*. Estas separações determinam o que será cavidade, macho ou outro

tipo de elemento de gravação. Existem comandos de modelação que apoiam nesta separação, sendo fácil de executar através do plano de divisão da peça, o designado plano de partição, que é a propagação da linha que separa as diferentes zonas moldantes (Figura 201), um dos comandos mais usados nesta ocasião é o *Check Regions* (Figura 202). Posteriormente executam-se as construções das juntas.

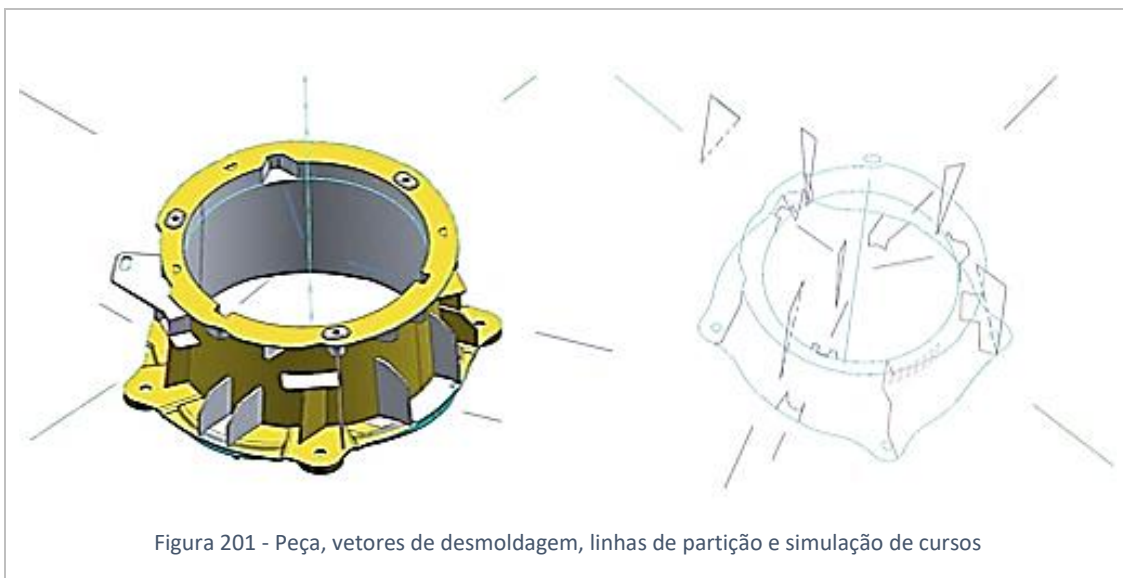


Figura 201 - Peça, vetores de desmoldagem, linhas de partição e simulação de cursos

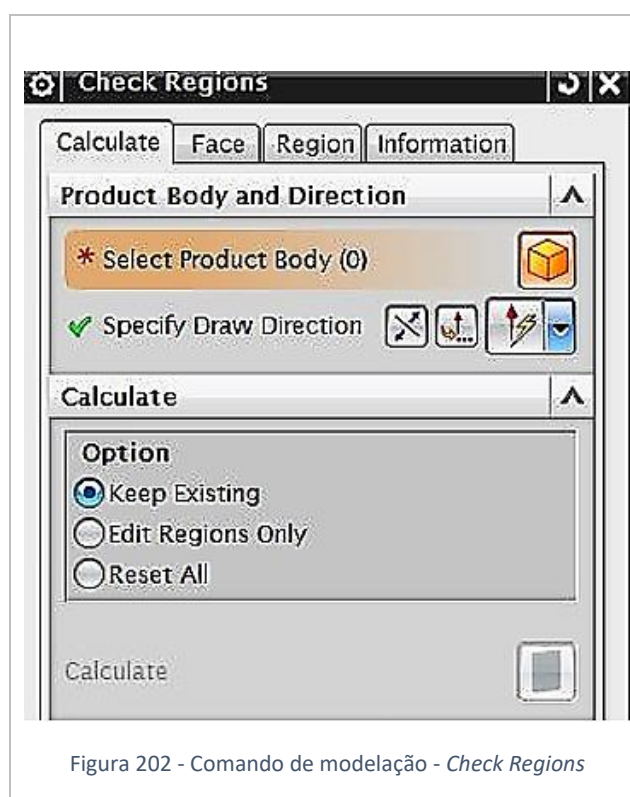


Figura 202 - Comando de modelação - *Check Regions*

Contudo, após a separação das juntas, é necessário verificar se não existe nenhuma contra-saída, ou seja, nenhum ângulo desfavorável à abertura do molde e à extração da peça.






3.8.4 Desenvolvimento da modelação

A modelação começa por ser desenvolvida a partir da obtenção das linhas de partição da peça. Esta tem que ser concebida tendo em consideração que são duas peças com o número de cavidades 1+1+1+1, ou seja, duas partes da peça em PP, uma esquerda e outra direita e o mesmo conceito para o EPDM.

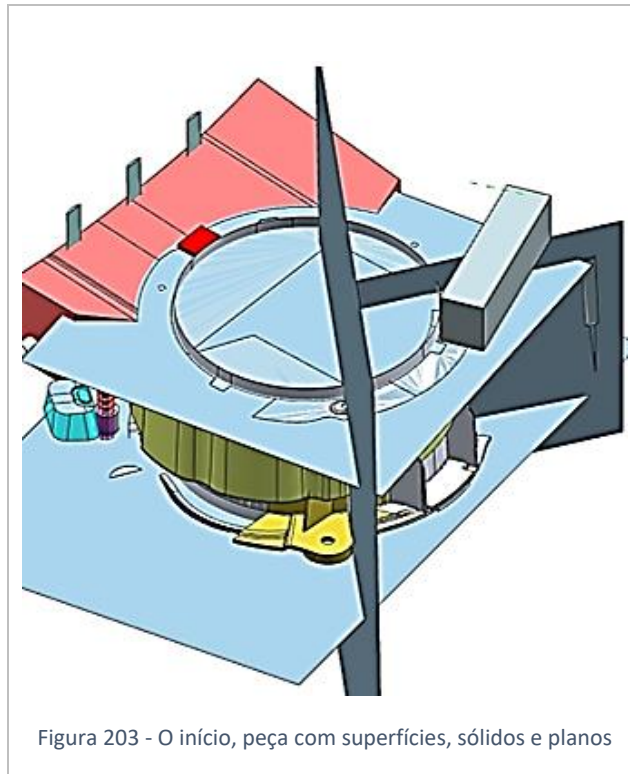
Todavia, pode-se modelar um quarto de molde da zona da injeção do PP e outro quarto de molde da zona de injeção do EPDM, sendo que se tem que prever que o bloco de PP, quando roda 180°, fica coincidente com o bloco de EPDM. Basicamente, em termos de peça, é injetado o PP, roda 180° e é adicionado EPDM, ficando assim a peça completa. No entanto, depois de se modelar estes dois quartos de molde, faz-se o *mirror* (1+1). Porém, é necessário prever que quando o PP roda para o lado do EPDM, os mecanismos do EPDM garantam a folga necessária e boa vedação.

Contudo, no Grupo Simoldes usa-se uma paleta de cores distintas (Tabela 30) para diferenciar as diferentes zonas da modelação, sendo desta forma mais intuitiva a identificação dos diversos elementos/regiões moldantes.

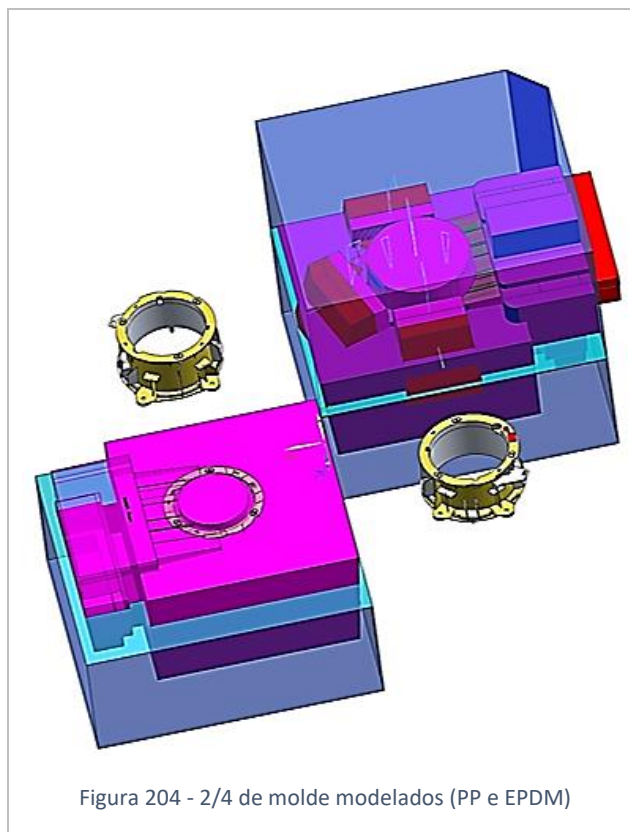
Tabela 30 - Paleta de cores

Nº	Cor	Aplicação
1		Azul
2		Verde
3		Castanho claro
4		Amarelo
5		Rosa
6		Azul claro

Na peça em estudo, começou-se por trabalhar com a linha de partição, desenvolvendo os mecanismos de gravação, e por diversas vezes, usando o comando *trim* para dar forma às zonas moldante, visto que, com as superfícies em saída favorável se geraram blocos (sólidos), sendo estes posteriormente ajustados nas peças majoradas (Figura 203), devido à contração do material.



Porém, do que parece confuso (Figura 203), trabalhando com toda a atenção e prevendo o funcionamento futuro, conseguem obter-se os primeiros resultados (Figura 204).



Nesta fase, já se elaborou em estado bruto as gravações da peça, sem a ocorrência de contra-saídas e com a simulação dos cursos dos movimentos (a vermelho), segundo a orientação vetorial (Figura 204).

Separadamente, podem ver-se alguns componentes modelados, como os postigos, os quais apenas existem no lado fixo do molde.

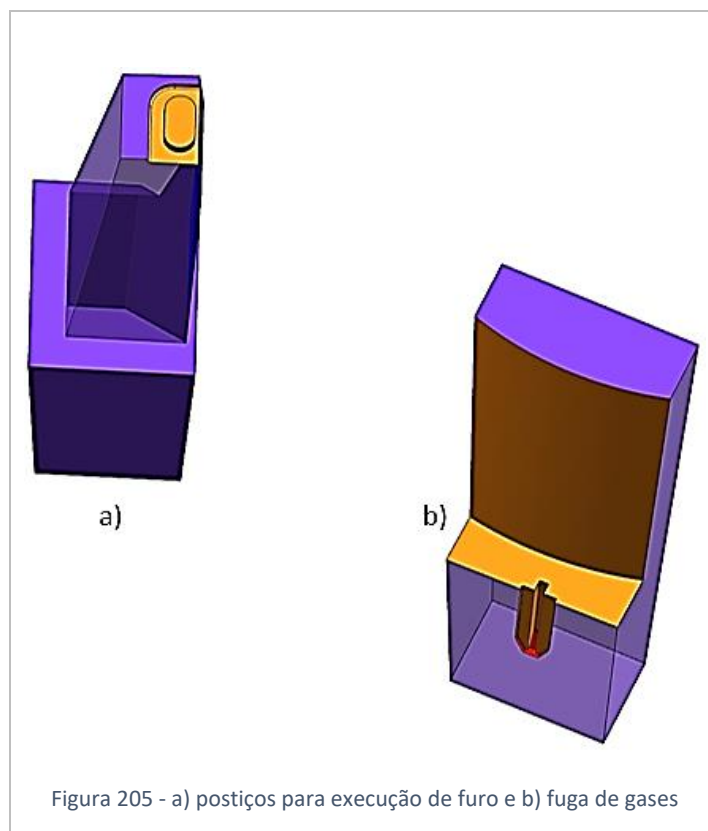


Figura 205 - a) postigos para execução de furo e b) fuga de gases

Como analisado na fase preliminar, no subcapítulo 3.3.2 (Figura 141) o cliente ficou cético em relação ao mecanismo de execução do furo no PP, ficando em aberto uma possível melhoria. Todavia, com a cinemática do molde na máquina, transformou-se todo o mecanismo apresentado no preliminar num único postigo por peça de gravação de PP (Figura 205 - a). Embora o postigo trabalhe dentro dos movimentos hidráulicos, não existe problema, porque primeiro o molde abre (os postigos vão agarrados ao lado fixo do molde) e só depois os hidráulicos avançam no lado móvel.

Porém, na gravação do PP existe também um postigo por peça, com a função principal de permitir o escape de gases (Figura 205 - b).

Seguidamente, pode-se verificar um dos quatro machos modelados, com os pernos de gravação e com três meias-canais com profundidade de 1 mm, para ajudar à fixação da peça aos extratores (Figura 206), isto para a peça ficar segura nestes após o avanço da extração. Desta forma, o robô atua sem dificuldades, ou seja, da forma programada.

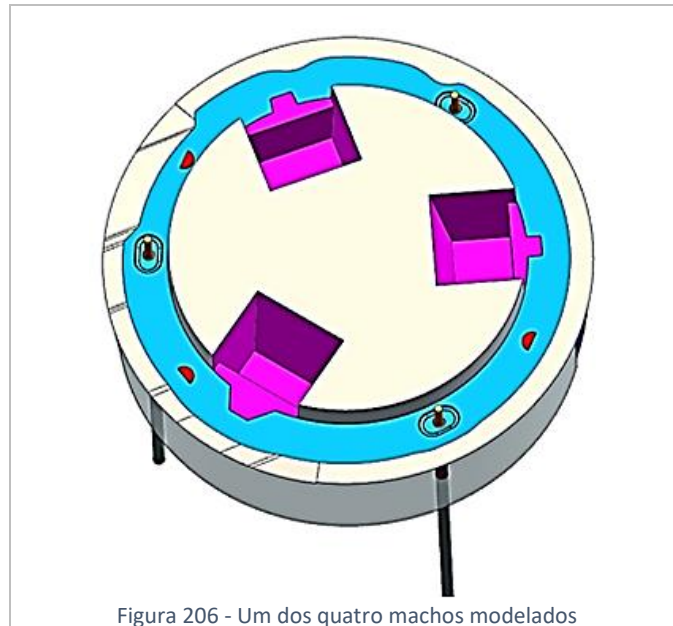


Figura 206 - Um dos quatro machos modelados

Contudo, uma das zonas mais complexas de se pensar no modo funcional foram as cavidades do EPDM, as quais foram estudadas e apresentadas na fase preliminar. Todavia, como aprovadas, deu-se seguimento a esse estudo, sendo um jogo de três acessórios (Figura 207) e obrigando o elastômero EPDM a sair por esforço (Figura 208), agarrado ao PP.

Nas imagens seguintes (Figura 207 e Figura 208), pode-se verificar que existem zonas de folga (azul), isto para que a peça em PP, após a rotação de 180°, assente na cavidade do EPDM sem colisões e com boa vedação, ficando apenas disponível para a entrada do polímero a região pretendida.

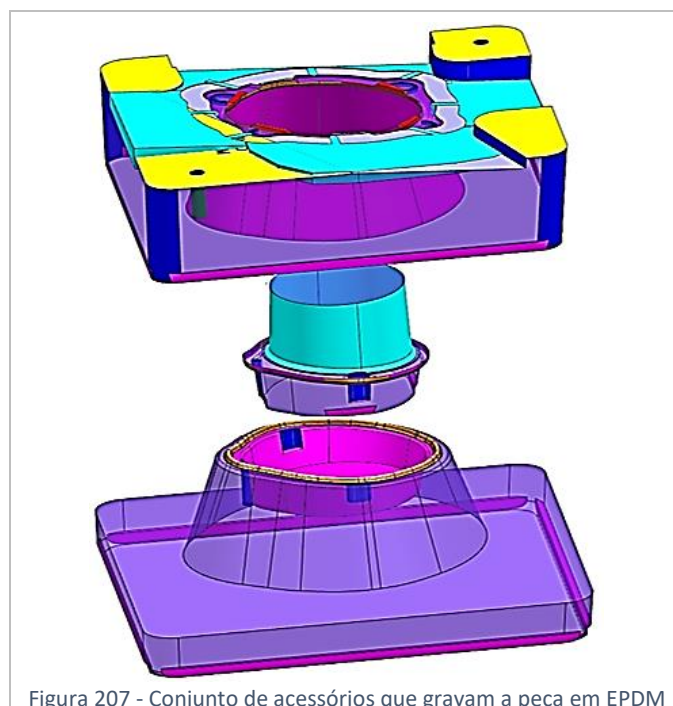


Figura 207 - Conjunto de acessórios que gravam a peça em EPDM

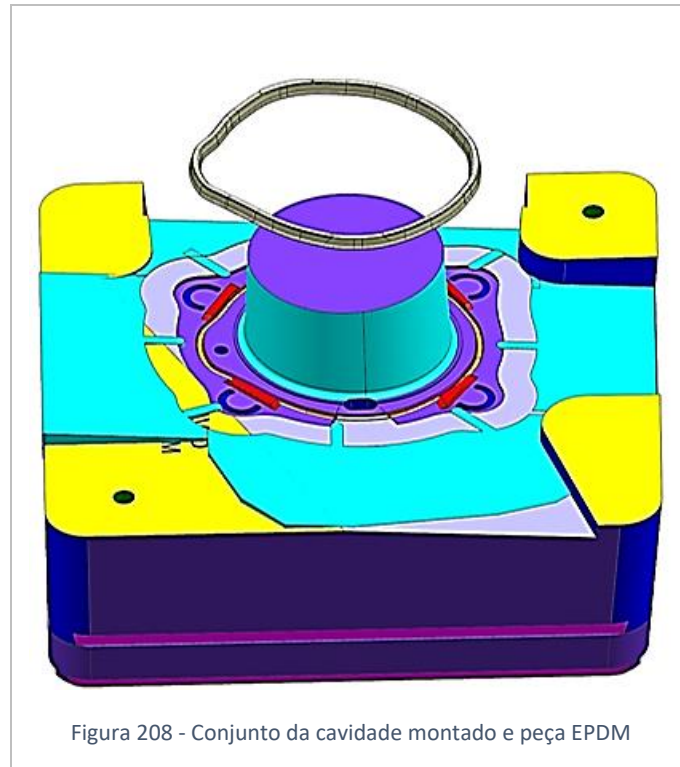


Figura 208 - Conjunto da cavidade montado e peça EPDM

É de referir, que o porta-machos (parte móvel do molde, rotativa) garanta a simetria dos quatro machos (Figura 209), isto para que na rotação, os machos coincidam com as cavidades que lhes estão destinadas.

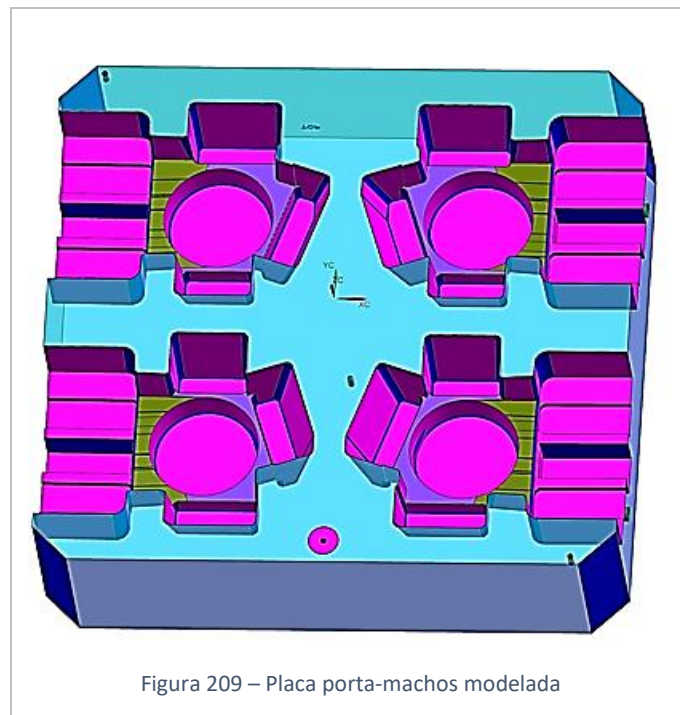
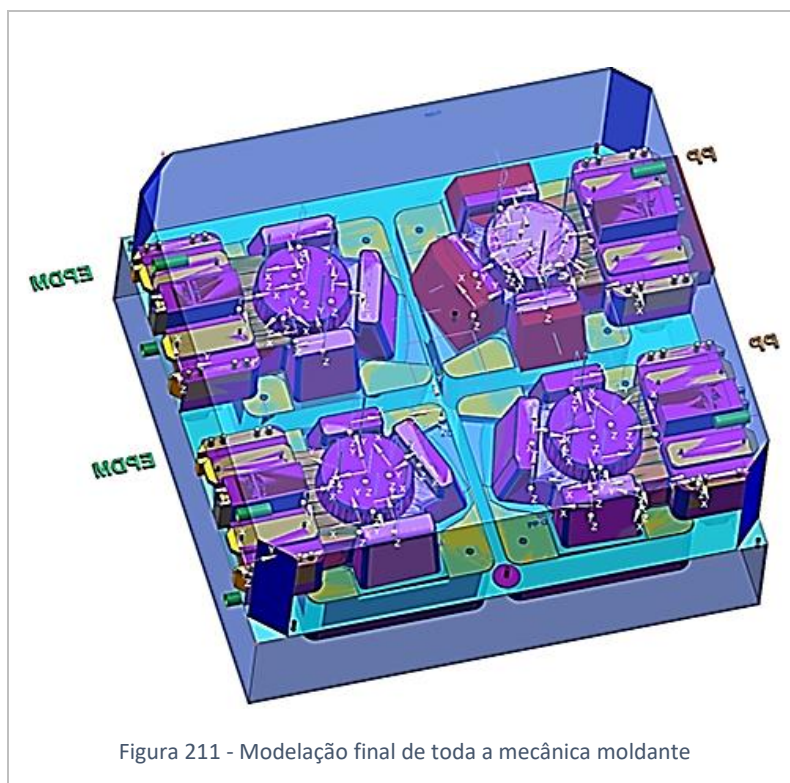
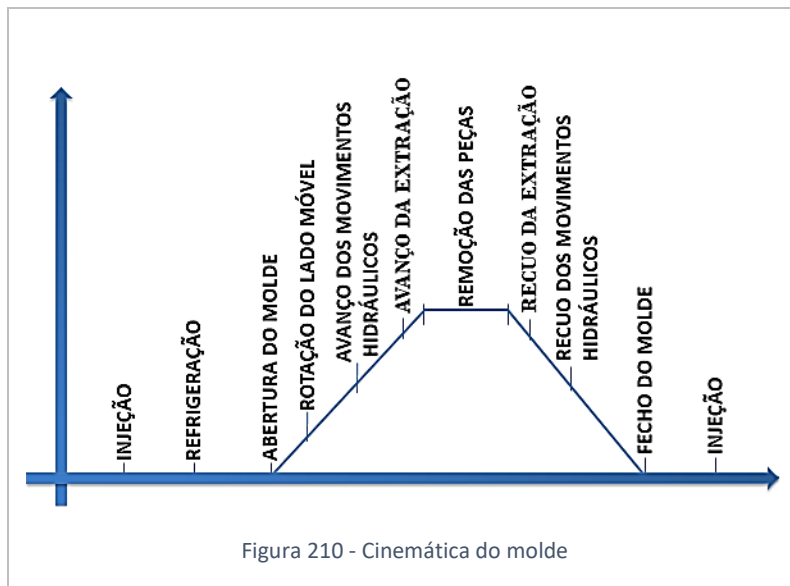


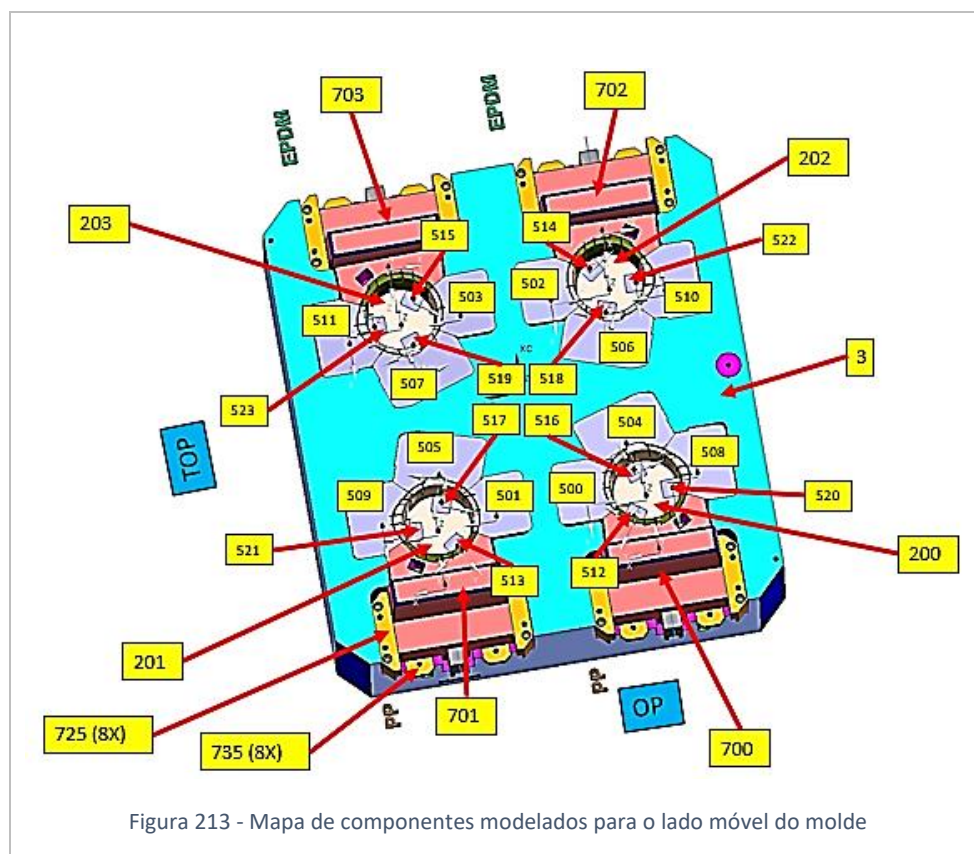
Figura 209 – Placa porta-machos modelada

Com o evoluir da modelação, respeitando os vetores de desmoldagem e as características da máquina de injeção e tendo em mente a cinemática do molde (Figura

210), vai-se construindo um passo de cada vez, ou seja, elemento de gravação a elemento de gravação, até que se chega ao fim (Figura 211), ficando tudo preparado para se arrancar com o desenho final.



Porém, tendo a modelação final (Figura 211), faz-se o mapa de componentes (Figura 212 e Figura 213) para os colaboradores de bancada consultarem. Este mapa é disponibilizado através de uma pasta partilhada com o computador da bancada, o chamado visualizador. Assim, todos os operadores podem consultar toda a informação que os projetistas disponibilizam para a produção.



Desta forma, facilita-se o trabalho para o operador, tanto a nível de identificação de acessórios, como de montagem. As referências usadas podem ser visualizadas e identificadas na lista de material do molde (Anexo 6.14).

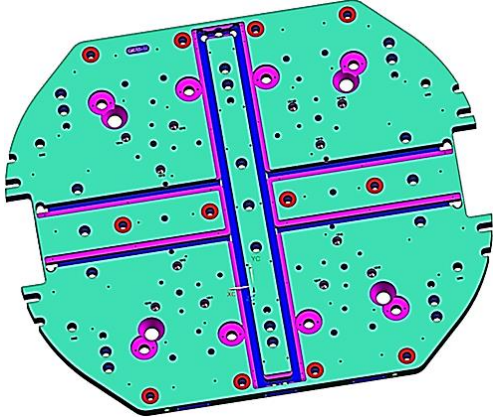

3.9 Projeto do molde: fase de desenho final

O desenho final é a concretização do molde em projeto, ou seja, toda a estrutura e atribuição do material de construção, a execução do estudo da extração das peças, a refrigeração das zonas moldantes, o estudo e execução dos guiamentos, centramento, conclusão da mecânica desenvolvida na modelação ao nível dos acessórios, estudo e aplicação de parafusos e cavilhas, entre outros estudos aplicados.

3.9.1 Estrutura do molde

A estrutura do molde é constituída por diversas placas de aço, sendo respeitados os limites delineados pela máquina de injeção. Estas placas acomodam todos os acessórios do molde. Seguidamente, podem verificar-se as diferentes placas que constituem a estrutura do molde e a respetiva funcionalidade (Tabela 31).

Tabela 31 - Componentes do molde

Componente de estrutura	Funcionalidade
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possui quatro cones de centramento simétricos; ➤ Fixa toda a parte móvel do molde ao prato rotativo; ➤ Aloja fios elétricos; ➤ Suporta cavilhas e parafusos da estrutura. ➤ Aberturas (a vermelho) para puxar as extrações atrás, manualmente; ➤ Alojamento dos pés do molde (retangulares).
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alojamos extratores simples e tubulares; ➤ Alojamos pernos de retorno; ➤ Alojamos casquilhos e guias de extração; ➤ São placas móveis, responsáveis por fazerem (hidraulicamente) avançar os acessórios que extraem as peças; ➤ Possuem espaços livres para apoios e calços.

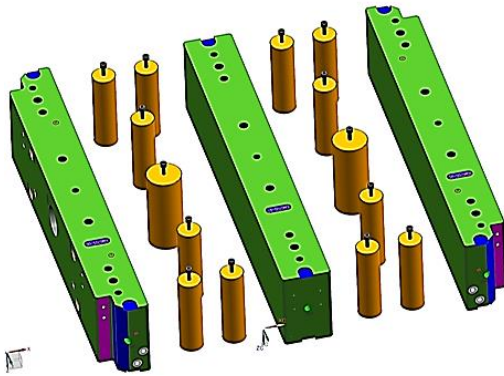


Figura 216 - Calços (a verde com referências 0005,0006 e 0007) e apoios (referências 0019 e 0020)

- Uma das funções dos calços são garantir o espaço necessários para as placas extratoras (Figura 215) terem curso de avanço para a remoção das peças;
- Os calços incorporam os circuitos hidráulicos que fazem o avanço e recuo da extração;
- A outra função dos calços é a mesma dos apoios, ou seja, reforçar a estrutura.

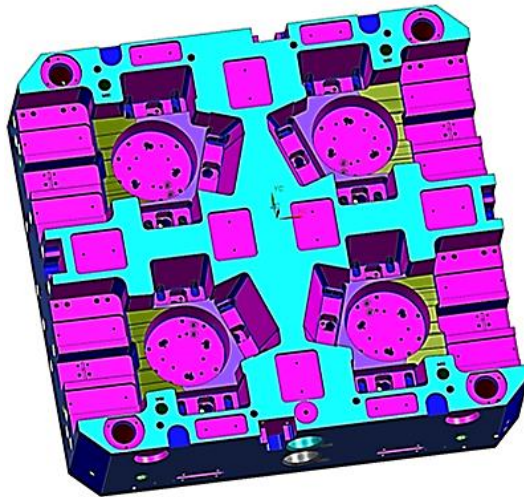


Figura 217 - Placa porta-machos (referência 0003)

- Incorpora circuitos de refrigeração;
- Incorpora circuitos de óleo que fazem o avanço e recuo dos movimentos hidráulicos;
- Aloja os machos;
- Aloja os movimentos à extração e hidráulicos;
- Alojamento de pés do molde.

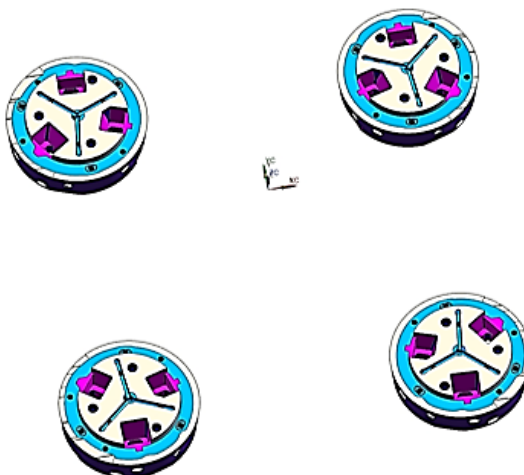


Figura 218 - Machos (referências 0200, 0201, 0202 e 0203)

- Alojamos circuitos de refrigeração;
- Alojamos os movimentos à extração interiores;
- Possuem os canais de injeção do PP e patelas de dilatação, entre canais;
- Gravamos parte das peças em PP.

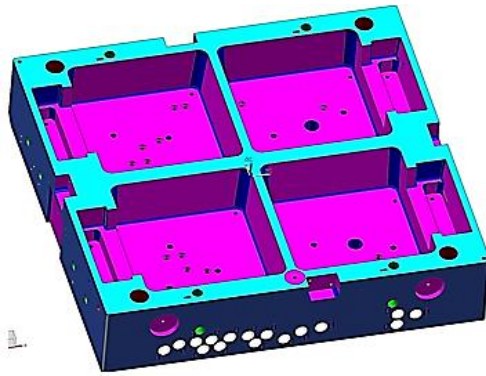


Figura 219 - Placa porta-cavidades (referência 0002)

- Incorpora circuitos de refrigeração;
- Aloja as cavidades;
- Alojamento de pés do molde;
- Aloja os movimentos mecânicos com mola.

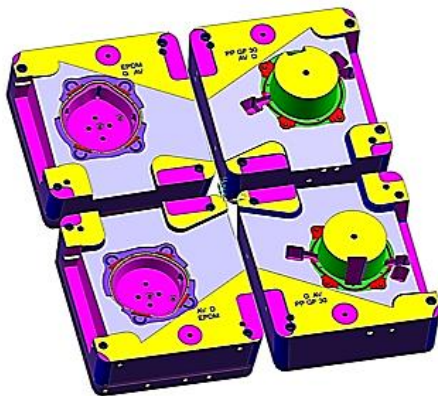


Figura 220 - Cavidades (referências 0100, 0101, 0102, 0103, 0104 e 0105)

- Alojamos circuitos de refrigeração;
- Têm alojamentos para postigos;
- Alojamos os movimentos que gravam os *clips* de fixação;
- Gravamos a parte interior das peças em PP;
- Gravamos a maior parte das peças em EPDM.

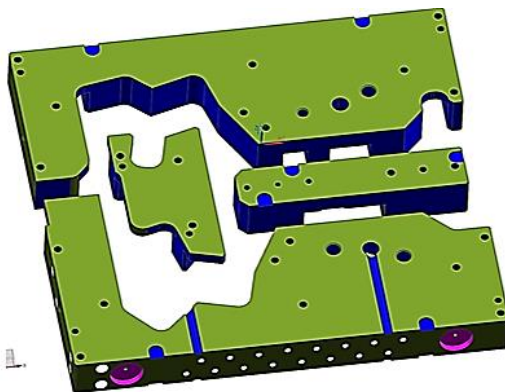


Figura 221 - Placas de alojamento dos sistemas de injeção (referência 0018 e 0018-1)

- Alojamento dos sistemas de injeção;
- Alojamento de pés do molde;
- Incorporação de um distribuidor de águas interior;
- Da placa 0018, foi aproveitado aço para os dois blocos centrais, para reforço.

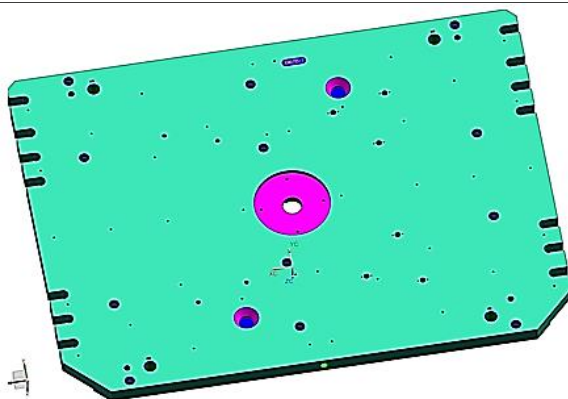


Figura 222 - Placa de encosto do lado fixo (referência 0001)

- Possui dois cones de centramento;
- Fixa todo o lado fixo do molde ao prato da máquina por parafusos;
- Possui anilha de centramento do molde;
- Suporta cavilhas e parafusos da estrutura.

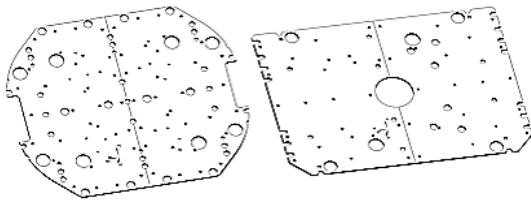


Figura 223 - Placas de isolamento do molde (referências 0072, 0073, 0070 e 0071 da esquerda para a direita, respetivamente)

- Têm a função de evitar a transferência de calor por condução do molde para o prato da máquina.

3.9.2 Sistemas de injeção utilizados

Os moldes para injeção de bi-matéria, tal como o nome indica, produzem peças com dois materiais que têm que ser distintos. No caso do molde em estudo, tanto os materiais como os tipos de injeção são completamente distintos, pelo que a peça é constituída por um termoplástico (PP) e um elastómero (EPDM). Os sistemas de injeção têm várias possibilidades de aquisição quanto aos fornecedores, segundo o CEM do cliente. Porém, foi eleita a empresa Incoe, visto que, além de apresentar melhores indicadores neste caso específico, foi a mais disponível para o esclarecimento de algumas dúvidas sobre a injeção do EPDM, prestando a assistência necessária. Com este fornecedor, obtiveram-se respostas imediatas e um curto prazo de entrega. A primeira injeção a funcionar no molde será a do PP, só depois funcionarão as duas em simultâneo.

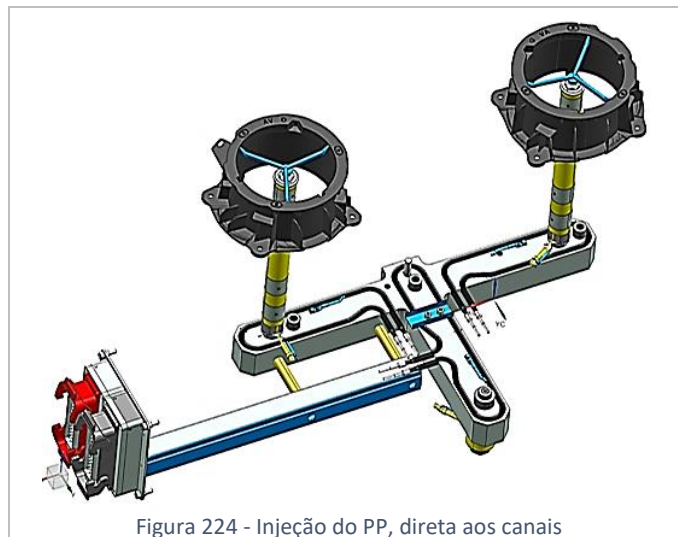


Figura 224 - Injeção do PP, direta aos canais

A primeira injeção é feita no semiautomático, de forma a injetar apenas o PP (Figura 224). Após a rotação de 180°, o operador altera os parâmetros para automático, passando a injetar os dois materiais em simultâneo. Apenas após a terceira rotação se dá a extração das primeiras peças. Porém, posteriormente, após cada rotação teremos extração de peças, sempre do lado do operador. O PP é o material predominante, só podendo ocorrer a injeção do EPDM se as peças de PP estiverem já pousadas e bem vedadas nas cavidades do EPDM, após rotação.

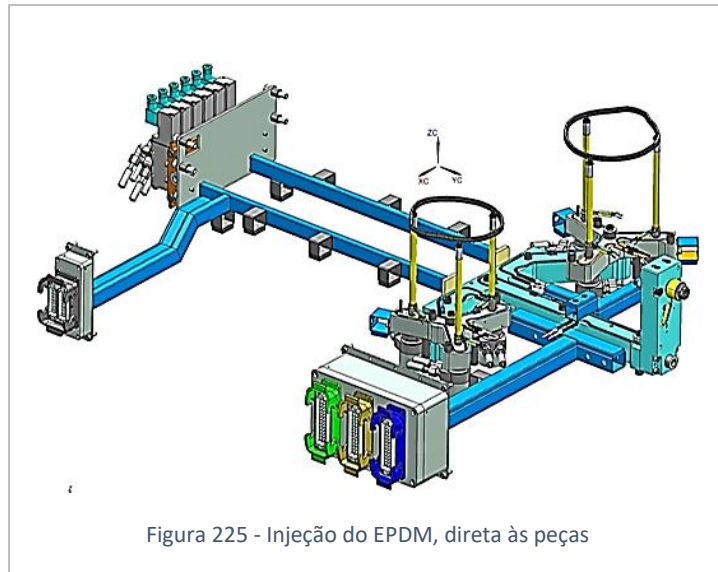


Figura 225 - Injeção do EPDM, direta às peças

O sistema de injeção do EPDM é valvulado com eletroválvulas e constituído por seis bicos diretos à peça (Figura 225), existindo a possibilidade de os bicos estarem abertos ou fechados, já que cada bico possui uma eletroválvula própria. O enchimento é executado de forma sequencial e os bicos abrem e fecham conforme a homogeneidade do preenchimento.

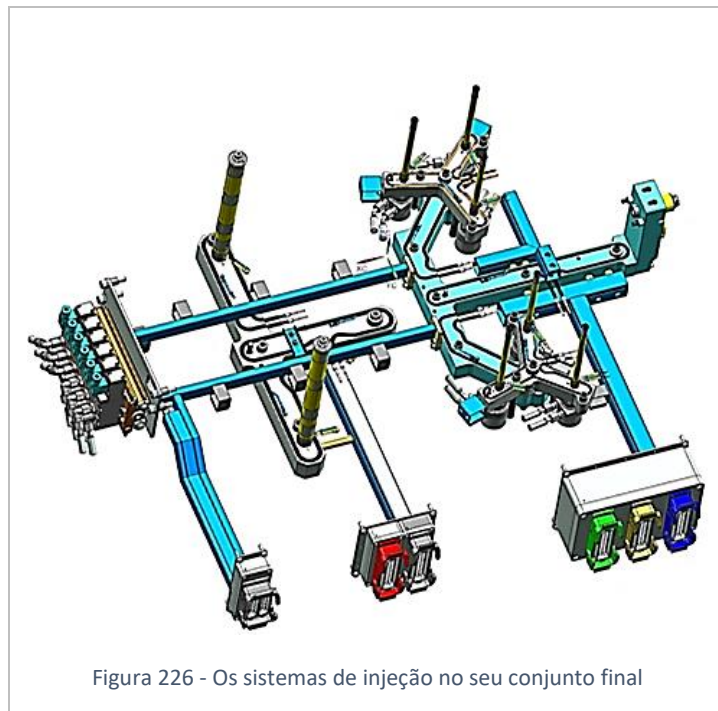


Figura 226 - Os sistemas de injeção no seu conjunto final

Na imagem acima, pode-se tirar elações sobre o espaço ocupacional dos dois sistemas de injeção. O fornecedor, ao executar o sistema físico, verificou a inexistência de colisões entre ambos (Figura 226).

3.9.3 Postiços aplicados no molde, funções e características

O molde IGM705, apenas tem postiços no lado fixo, ou seja, no lado das cavidades:

- Os postiços, como referido e aprovado na fase preliminar, têm como função facilitar a execução e o polimento dos frisos, facilitando a montagem e permitindo o escape de gases;
- São aplicados quando existe dificuldade de maquinagem na própria placa, como é o caso do aço que grava os indexadores/posicionadores das peças em estudo (Figura 227);
- Utilizam-se para refrigerar melhor zonas/partes de gravação, que são, por norma, zonas mais quentes.

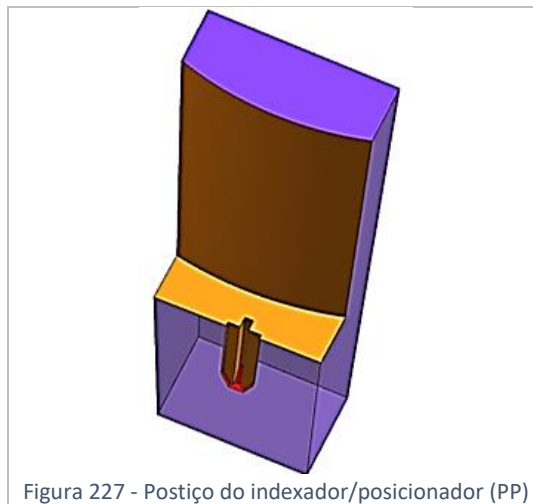


Figura 227 - Postiço do indexador/posicionador (PP)

Como é possível verificar, o postiço grava metade do indexador/posicionador (Figura 227), enquanto que a outra metade será gravada pela cavidade. Desta forma, o trabalho fica mais facilitado e, sobretudo, factível.



Figura 228 - Postiço de execução de furo (PP)

Este postigo (Figura 228), após a injeção fica aparafusado, ou seja, fixo na cavidade aquando da abertura do molde, logo, é executado o furo pretendido no PP antes do avanço dos movimentos e da extração.

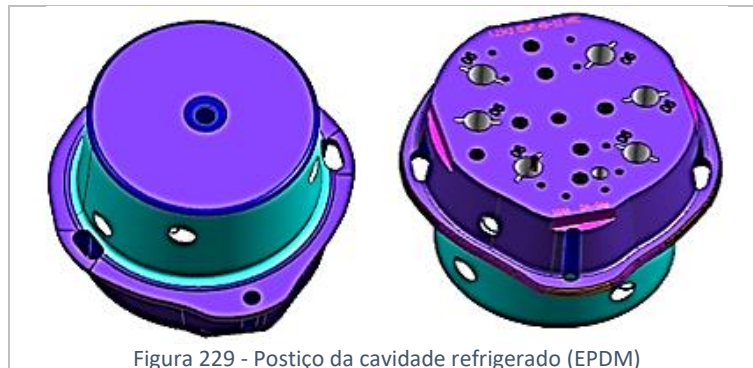


Figura 229 - Postigo da cavidade refrigerado (EPDM)

O postigo da cavidade do EPDM, visto pela frente e por trás (Figura 229), é responsável pela gravação da face interior do elastómero. Este postigo é refrigerado com circuitos de água da rede, os quais usufruem de furos palheta. Os postigos são do mesmo material das cavidades em que se encontram incorporados. Desta forma, são em aço 1.2343 temperado com dureza entre 48 -52 HRC.

3.9.4 Extração das peças

O molde tem duas extrações (Figura 230), funcionando apenas uma de cada vez e sempre a do lado do operador com a peça completa. Todavia, após a injeção do EPDM e rotação de 180°, avança a outra extração, e assim sucessivamente. A extração das peças, deve ser projetada de forma a que estas fiquem com poucas marcas, ou mesmo isento das mesmas. Para tal, suaviza-se a zona de contacto e dispõe-se de forma uniforme os mecanismos que expõem as peças.

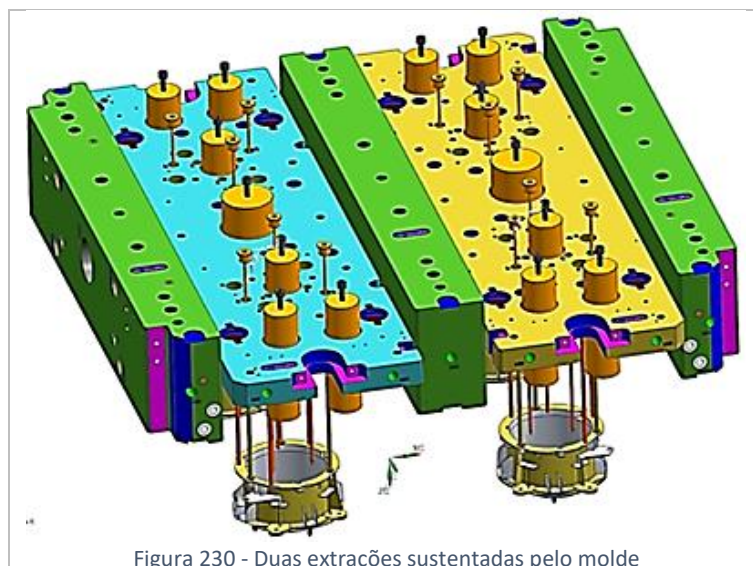


Figura 230 - Duas extrações sustentadas pelo molde

3.9.4.1 Acessório de extração do molde

Extratores, extratores dos canais e extratores tubulares

Os extratores são os acessórios principais da extração das peças, no entanto, têm o auxílio de outros elementos de desmoldagem. A simetria e homogeneidade (Figura 231) são os requisitos fundamentais para uma peça sair a nível de extração. Desta forma, a probabilidade da existência de deformações será diminuta.



Figura 231 - Extratores de vários tipos

Os extratores, para além de atuarem na remoção das peças, trabalham como elemento de gravação, impedindo a saída de plástico. Porém, têm ainda outro parâmetro relevante, visto que permitem o escape de gases. Foi projetada uma extração que desmolde a peça e esta não caia, ficando presa nos extratores na posição de extração avançada, isto para que o robô a remova de lá para o tapete. Porém, para ajudar nessa prisão, executa-se meia-cana nos extratores da peça (Figura 232), sendo que com a contração do material após injeção, este se torne um método bastante eficiente.



Figura 232 - Meia-cana num extrator de peça

Cada peça suporta três extratores deste tipo. São eles os principais responsáveis pelas peças não caírem, possibilitando que o robô atue (Figura 233).

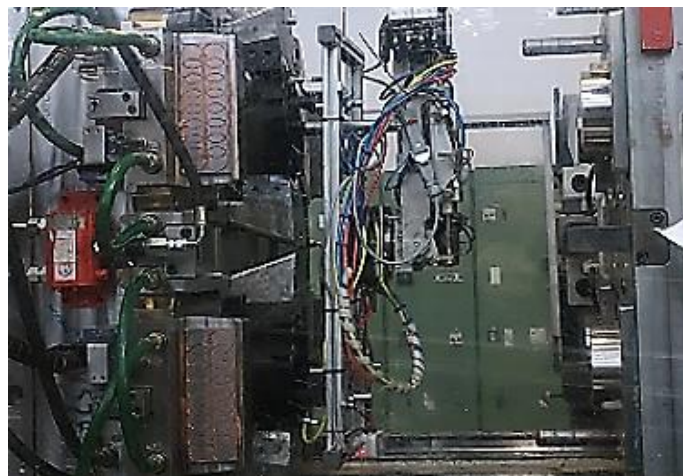


Figura 233 - Remoção das duas peças completas pelo robô

Neste molde pode verificar-se a existência de extratores dos canais, ou quebra-gitos, com a função de remover o material plástico dos machos e, em simultâneo, quebrar as ligações existentes entre os canais e as peças. Logo, como se têm três canais de PP por peça no espaço interior da gravação, desfasados 120° uns dos outros (Figura 234), usa-se um extrator por canal, garantido a uniformidade referida anteriormente.

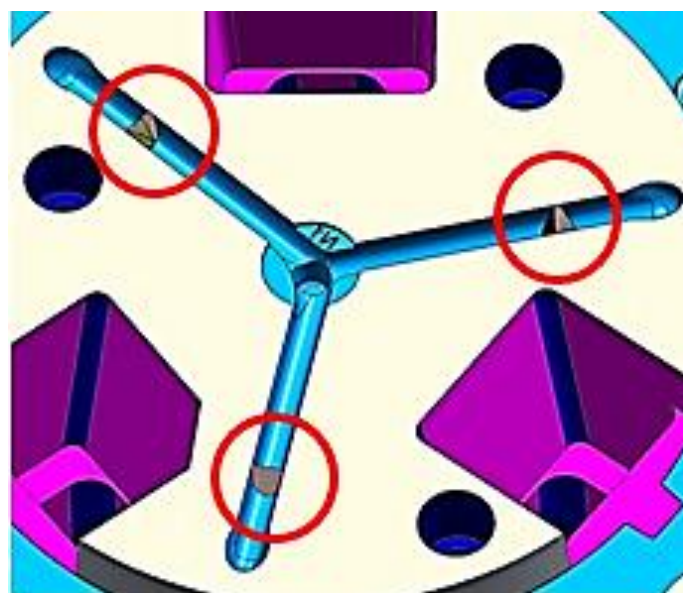
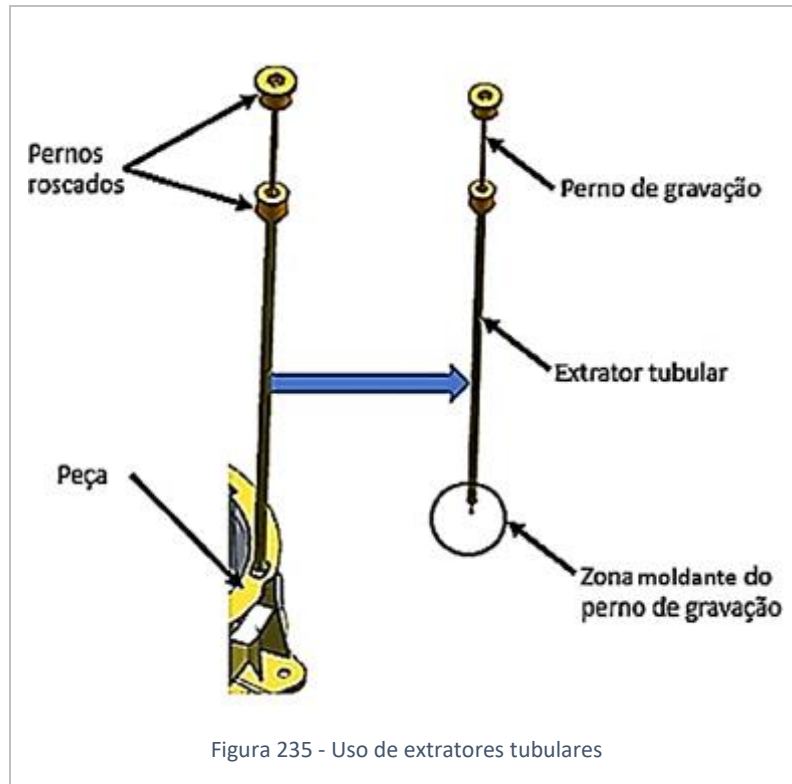


Figura 234 - Localização dos extratores dos canais

A separação dos canais através da extração permite rentabilizar o trabalho. Desta forma, não é necessário um operário para exercer essa função, reduzindo-se custos. Porém, ainda existem extratores tubulares. Isto deve-se a existência de três zonas por peça que necessitam de uma gravação no interior do PP, o que implica o uso de pernos fixos de gravação (Figura 235).



Os pernos de gravação são elementos fixos à placa de encosto, tendo pernos roscados que garantem a imobilidade dos mesmos, enquanto que os extratores tubulares são elementos móveis, tais como todos os outros extratores. São fixos nas placas de extração e também protegidos com pernos roscados. Com o avanço da extração, têm a mesma função dos outros extratores, a remoção da peça. No entanto, apresentam a particularidade de serem ocos, devido ao alojamento do perno fixo.

Movimentos à extração

Os movimentos à extração têm como função principal efetuar as desmoldagens de zonas pertencentes às peças, que não permitem a execução das suas desmoldagens diretamente pelos machos e cavidades, logo, com estes mecanismos conseguem-se desmoldar contra-saídas. Em suma, com o avanço da extração, este tipo de movimentos, em simultâneo com os extratores, colaboram na remoção das peças.

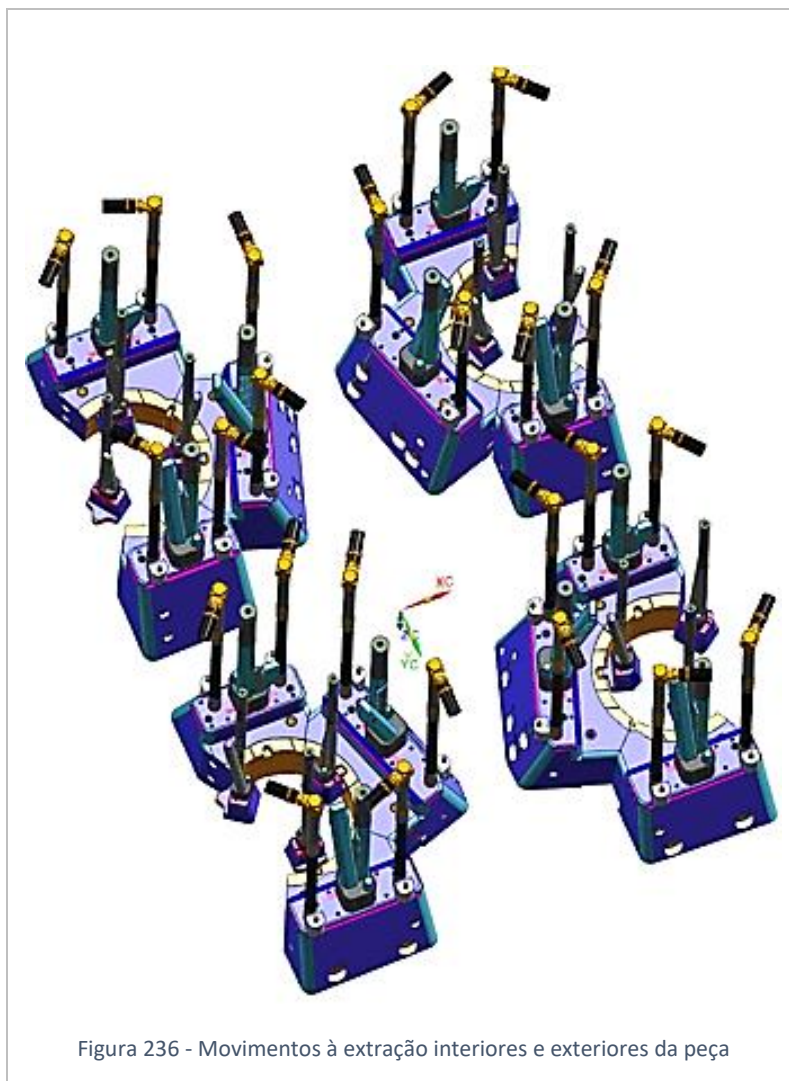


Figura 236 - Movimentos à extração interiores e exteriores da peça

Como se pode verificar na Figura 236, os movimentos à extração utilizados no molde fazem a desmoldagem com acessórios do tipo DR, para otimizar o espaço ocupado. Todas as faces de ajustamento garantem a vedação, enquanto que a face contrária à gravação tem mais 2° de inclinação em Z do que a inclinação do veio dentado (cremalheira). Desta forma, evitam-se possíveis colisões durante a desmoldagem. Todos os cursos e ângulos de desmoldagem estão estudados e identificados no subcapítulo 3.3.1 na Tabela 19. Todos os movimentos à extração exteriores às peças necessitam de refrigeração, visto que fazem gravações de grandes áreas das peças (Figura 236).

Movimentos hidráulicos

Os movimentos hidráulicos não participam diretamente na extração das peças como todos os extratores ou movimentos à extração. Contudo, libertam as peças antes do avanço da extração, como já verificado anteriormente (Figura 210).

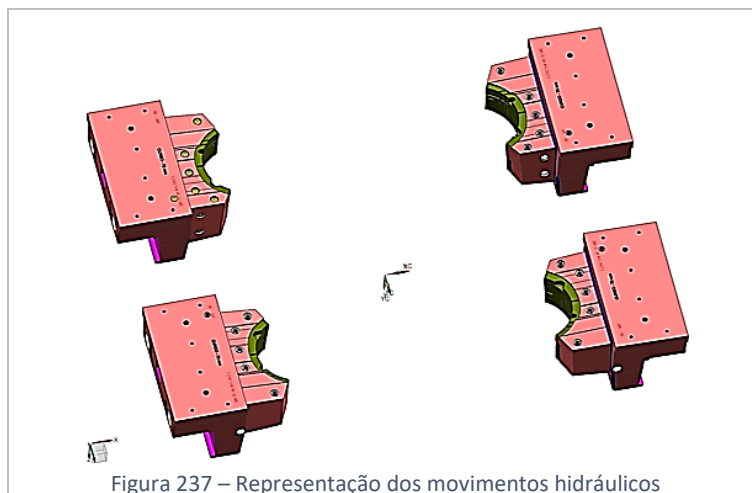


Figura 237 – Representação dos movimentos hidráulicos

As peças possuem uma zona que necessita de bastante curso de desmoldagem. Como a altura do curso que as placas extratoras percorrem não tem capacidade para se movimentar 70 mm (Figura 238), recorre-se aos movimentos hidráulicos. Todavia, os movimentos à extração e hidráulicos também necessitam de refrigeração, visto que também gravam uma parede lateral por peça (Figura 237).

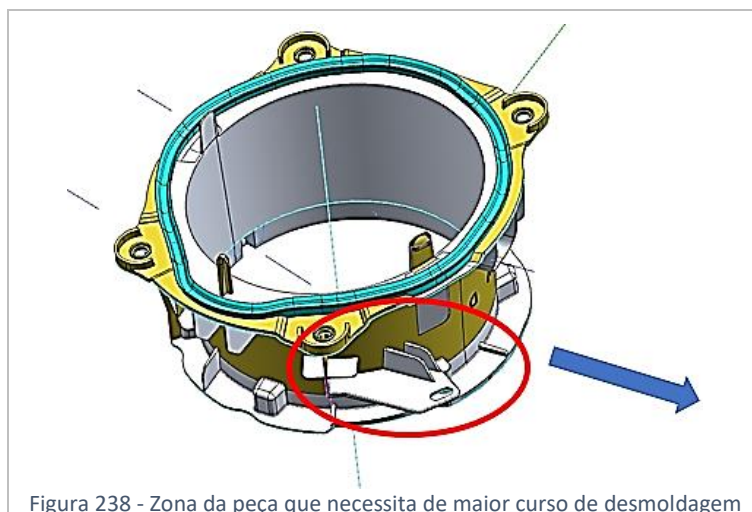


Figura 238 - Zona da peça que necessita de maior curso de desmoldagem

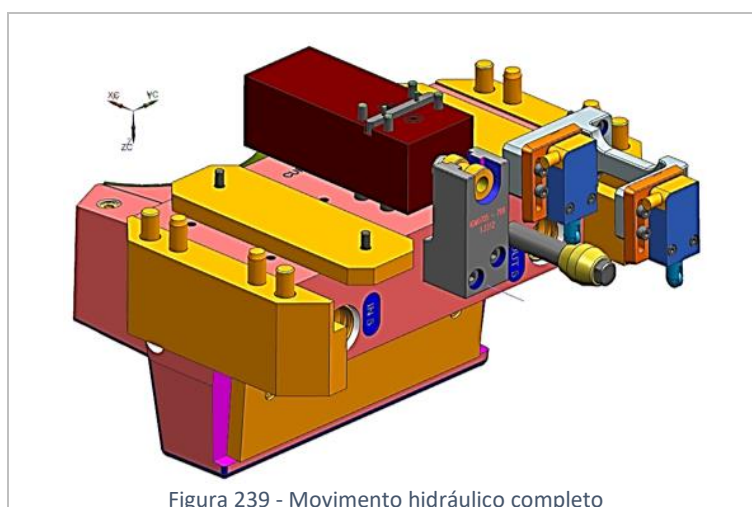


Figura 239 - Movimento hidráulico completo

Todos os movimentos hidráulicos começam na posição recuada (Figura 239). Posteriormente, através de circuitos hidráulicos, os cilindros avançam, deixando as peças livres e gravadas nessas zonas.

3.9.5 Refrigeração do molde

O molde é composto por vários circuitos de refrigeração ao longo das suas zonas de gravação, desde os movimentos à extração até aos hidráulicos, passando pelas cavidades e machos. A função dos circuitos de refrigeração é arrefecer o material injetado através da transferência de calor por condução entre os furos mandrilados e a gravação que suporta o polímero. Porém, quantos mais circuitos tiver o molde, normalmente melhor será o arrefecimento. No entanto, a falta de espaço limita esta teoria. Os furos estão localizados às distâncias *standard* das zonas moldantes, variando entre os 12 e os 20 mm. O fluido de refrigeração usado é o mais económico, a água da rede. As entradas e saídas do fluido estão executadas como indicam as regras para os moldes rotativos, ou seja, o lado móvel e rotativo é indiferente devido à rotação (Figura 240). No entanto, o lado fixo tem essas entradas para o lado oposto ao do operador (Figura 241), existindo ainda algumas que estão localizadas no fundo do molde, logo, estas são conduzidas por mangueiras e pela estrutura para as entradas e saídas principais.

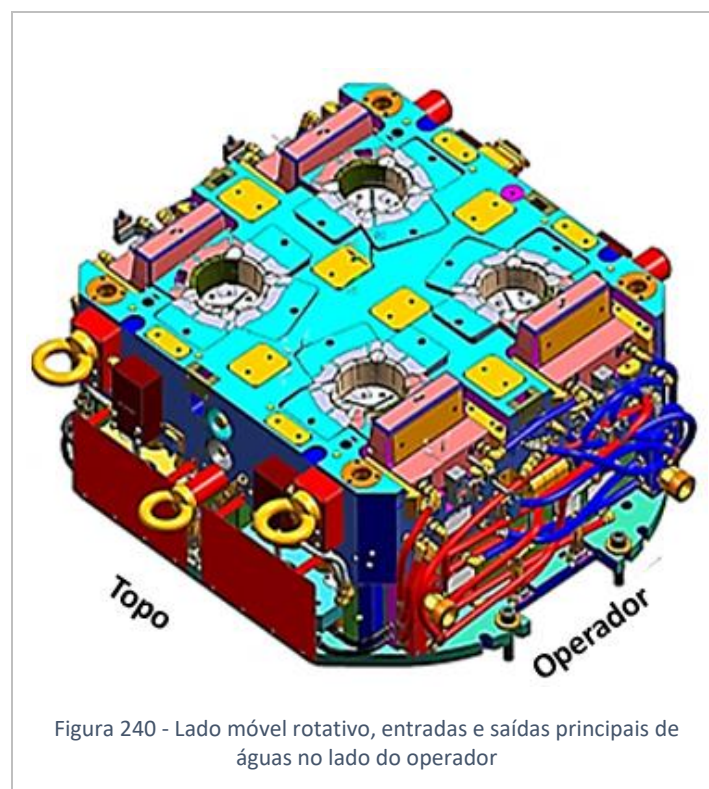
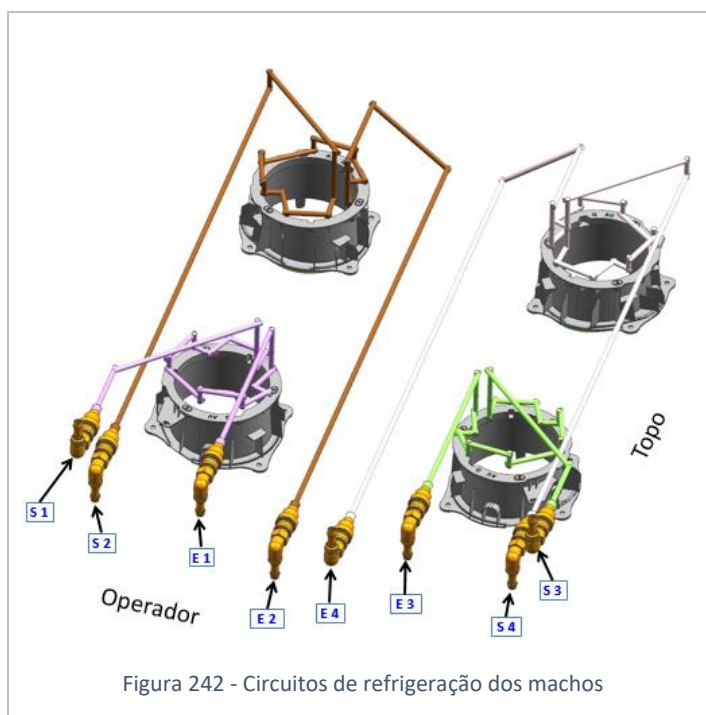


Figura 240 - Lado móvel rotativo, entradas e saídas principais de águas no lado do operador



Circuitos de 1 a 4

Estes circuitos refrigeram os quatro machos do molde. O circuito 1 refrigera o macho 200, o circuito 2 o macho 202, o circuito 3 o 201 e o circuito 4 o 203 (Figura 242).



Circuitos 5 e 6

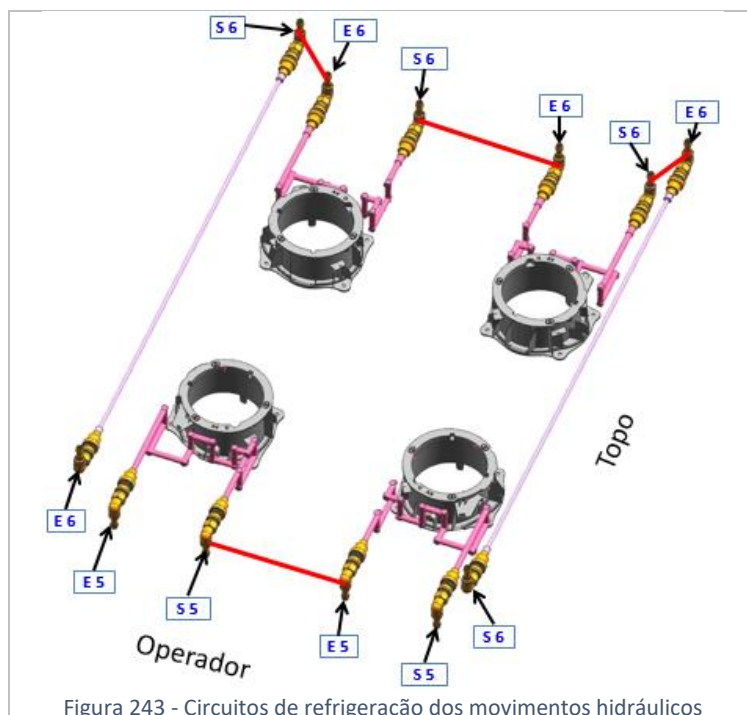


Figura 243 - Circuitos de refrigeração dos movimentos hidráulicos

Cada circuito de refrigeração, tanto o 5 como o 6, refrigeram dois movimentos hidráulicos. O circuito 5 refrigera os movimentos hidráulicos 700 e 701, enquanto o circuito 6 refrigera os movimentos 702 e 703 (Figura 243), sendo que se obtém uma boa refrigeração. No entanto, se existisse espaço, o ideal seria um circuito por movimento.

Circuitos de 7 a 10

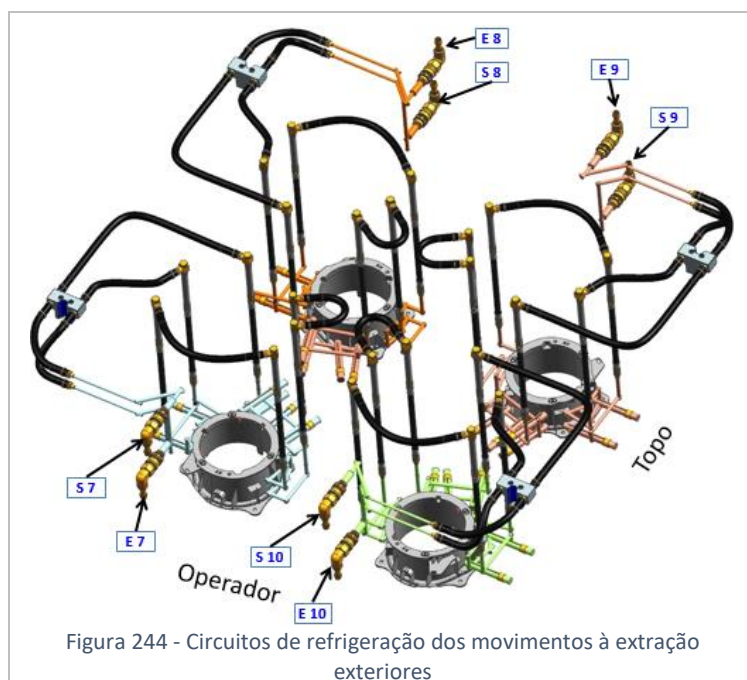


Figura 244 - Circuitos de refrigeração dos movimentos à extração exteriores

Como se pode analisar, cada circuito refrigera os três movimentos à extração da mesma peça. O circuito 7 refrigera os movimentos à extração 500, 504 e 508, o circuito 8 refrigera os movimentos 502, 506 e 510, o 9 refrigera os movimentos 503, 507 e 511 e o circuito 10 refrigera os movimentos 501, 505 e 509 (Figura 244). Mais uma vez se obtiveram bons resultados, todavia, não dá para a realização de circuitos independentes devido à extrema falta de espaço.

Circuitos 11 e 12

Os únicos postigos que são refrigerados situam-se no lado fixo do molde. São postigos da cavidade que executam a gravação na face interior do EPDM. O circuito 11 refrigera o postigo da cavidade de referência 104A, enquanto o circuito 12 refrigera o postigo 105A (Figura 245).

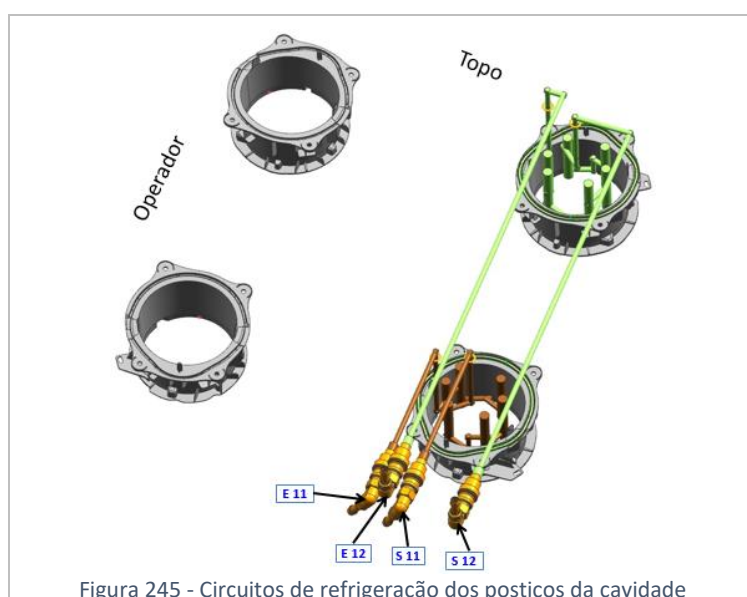


Figura 245 - Circuitos de refrigeração dos postigos da cavidade

Circuitos de 13 a 18

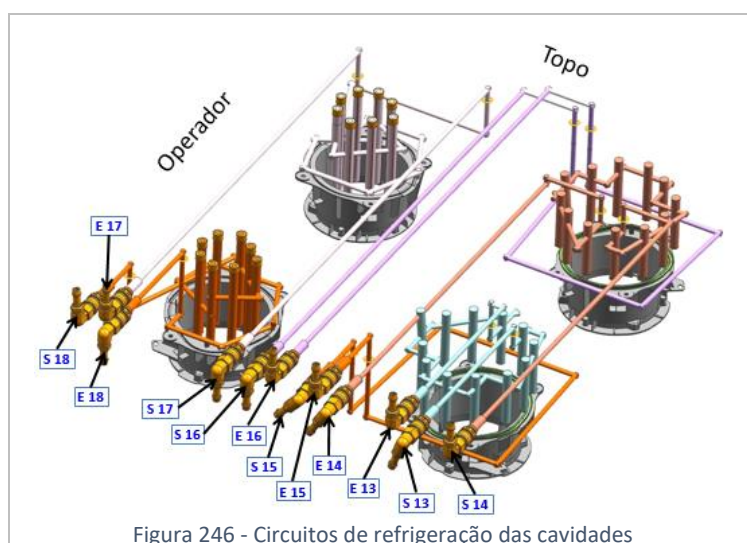


Figura 246 - Circuitos de refrigeração das cavidades

As várias cavidades são devidamente refrigeradas. Neste caso, foi possível executar um circuito independente por cavidade (Figura 246). O circuito 13 refrigera a cavidade 104, o circuito 14 a cavidade 105, o circuito 15 a cavidade 102, o 16 a cavidade 103, o 17 a cavidade 101 e, por fim, o circuito 18 refrigera a cavidade 100.

Como conclusão e confirmação da eficiência da refrigeração do molde, faz-se uma análise percentual ao rendimento de cada circuito (Tabela 32), o que implica saber qual o comprimento de cada um na zona de gravação e, posteriormente, dividir essa medida pelo comprimento total do mesmo circuito.

Tabela 32 - Análise do rendimento da refrigeração

Lado do molde	Componente	Circuitos	Rendimento
Móvel	200	1	Comprimento na gravação: 1546,5 mm Comprimento total do furo: 2352 mm Rendimento: $0,658 \times 100 = 65,8\%$
	202	2	Comprimento na gravação: 1546,5 mm Comprimento total do furo: 2933 mm Rendimento: $0,527 \times 100 = 52,7\%$
	201	3	Comprimento na gravação: 1546,5 mm Comprimento total do furo: 2352 mm Rendimento: $0,658 \times 100 = 65,8\%$
	203	4	Comprimento na gravação: 1546,5 mm Comprimento total do furo: 2933 mm Rendimento: $0,527 \times 100 = 52,7\%$
	700 e 701	5	Comprimento na gravação: 3560,2 mm Comprimento total do furo: 3860,2 mm Rendimento: $0,922 \times 100 = 92,2\%$
	702 e 703	6	Comprimento na gravação: 3560,2 mm Comprimento total do furo: 4972,2 mm Rendimento: $0,716 \times 100 = 71,6\%$
	500, 504 e 508	7	Comprimento na gravação: 3449,2 mm Comprimento total do furo: 5950 mm Rendimento: $0,579 \times 100 = 57,9\%$
	502, 506 e 510	8	Comprimento na gravação: 3449,2 mm Comprimento total do furo: 6495 mm Rendimento: $0,531 \times 100 = 53,1\%$
	503, 507 e 511	9	Comprimento na gravação: 3449,2 mm Comprimento total do furo: 6495 mm Rendimento: $0,531 \times 100 = 53,1\%$
	501, 505 e 509	10	Comprimento na gravação: 3449,2 mm Comprimento total do furo: 5950 mm Rendimento: $0,579 \times 100 = 57,9\%$

Fixo	104A	11	Comprimento na gravação: 1631 mm Comprimento total do furo: 2237 mm Rendimento: $0,729 \times 100 = 72,9\%$
	105A	12	Comprimento na gravação: 1631 mm Comprimento total do furo: 3099,1 mm Rendimento: $0,526 \times 100 = 52,6\%$
	104	13	Comprimento na gravação: 3739,5 mm Comprimento total do furo: 4747 mm Rendimento: $0,788 \times 100 = 78,8\%$
	105	14	Comprimento na gravação: 3739,5 mm Comprimento total do furo: 5634 mm Rendimento: $0,664 \times 100 = 66,4\%$
	102	15	Comprimento na gravação: 1484,5 mm Comprimento total do furo: 1911,5 mm Rendimento: $0,777 \times 100 = 77,7\%$
	103	16	Comprimento na gravação: 1484,5 mm Comprimento total do furo: 2930,5 mm Rendimento: $0,507 \times 100 = 50,7\%$
	101	17	Comprimento na gravação: 4169,9 mm Comprimento total do furo: 5882,9 mm Rendimento: $0,709 \times 100 = 70,9\%$
	100	18	Comprimento na gravação: 4169,9 mm Comprimento total do furo: 4850,9 mm Rendimento: $0,859 \times 100 = 85,9\%$

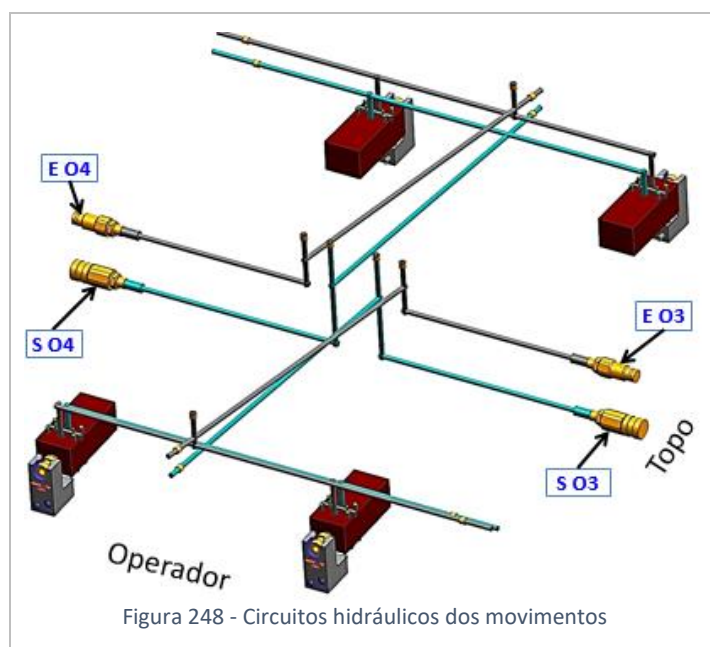
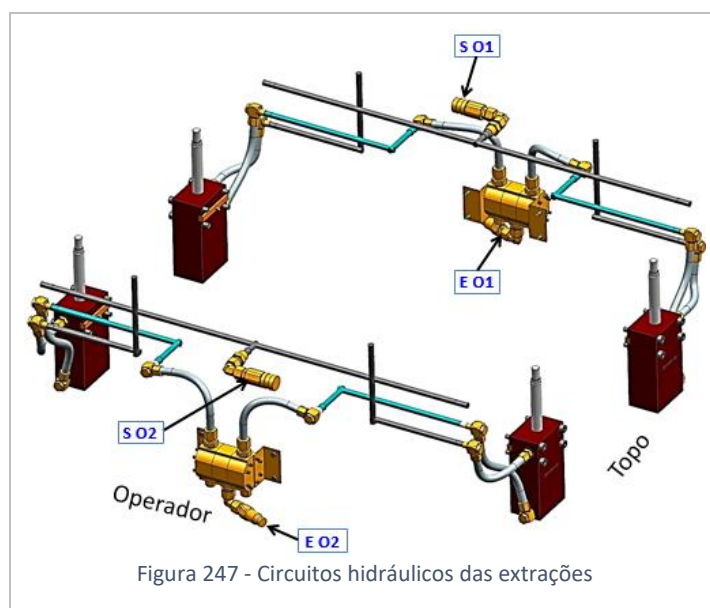
Os dezoito circuitos que refrigeram o molde têm rendimentos acima dos 50% (Tabela 32), o que significa que o molde está bem refrigerado nas zonas moldantes (zonas de gravação).

3.9.6 Hidráulicos do molde

O molde tem duas extrações independentes no lado móvel (rotativo), o que implica o uso de quatro cilindros hidráulicos com a função de fazer avançar e recuar as placas de extração. Estes hidráulicos não necessitam de ter o circuito de óleo equilibrado, visto que são complementados com divisores de fluxo nas entradas do óleo, ficando garantido um caudal homogêneo (Figura 247). Porém, o molde possui outros quatro cilindros para os movimentos, sendo que cada dois movimentos têm um circuito independente dos outros dois, tal como as extrações referidas anteriormente. No entanto, para a redução de custos e sendo factível, para os circuitos dos movimentos hidráulicos não foram usados divisores de fluxo, o que significa que estes foram executados de forma a que o fluxo seja equilibrado sem regulação automática, ou seja,

o fluxo faz com que os cilindros atuem em simultâneo (Figura 248). Tanto na extração como nos movimentos hidráulicos, os cilindros que atuam são sempre os que se encontram no lado do operador. Desta forma, atuam sempre quatro por cada ciclo e nunca os oito.

O CEM do cliente permite o uso de cilindros hidráulicos das marcas *Merkle* ou da *HPS* (*Hydraulic Production Systems*), sendo que a escolha devido a fatores como dimensões e sobretudo prazos, recaiu sobre a *HPS*.



Porém, para a escolha dos cilindros hidráulicos, foi consultado o catálogo da *HPS*, onde foi possível obter dados importantes (Tabela 33 e Tabela 34).

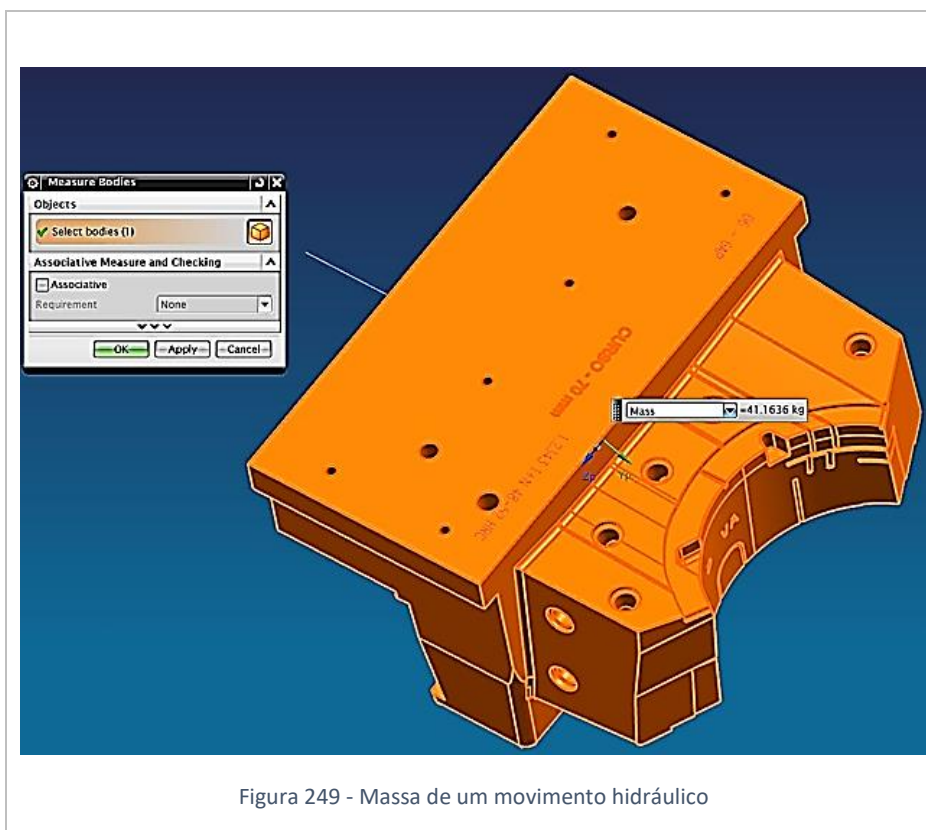
Tabela 33 - Forças para o avanço da haste do cilindro (daN)

Ø Furo	Secção do furo (cm²)	Pressão (bar)					
		80	100	160	200	250	500
25	4,90	392	490	784	980	1225	2450
32	8,04	643	804	1286	1608	2010	4020
40	12,56	1005	1256	2010	2512	3140	6280
50	19,63	1570	1963	3141	3926	4908	9815
63	31,17	2494	3117	4987	6234	7793	15585
80	50,26	4021	5026	8042	10052	12565	25130
100	78,54	6283	7854	12566	15708	19635	39270
125	122,72	9818	12272	19635	24544	30680	61360
160	201,06	16085	20106	32170	40212	50265	100530
200	314,16	25133	31416	50266	62832	78540	157080

Tabela 34 - Forças para o recuo da haste do cilindro (daN)

Ø Furo	Ø Haste	Secção do furo (cm²)	Pressão (bar)					
			80	100	160	200	250	500
25	16	2,90	232	290	464	580	725	1450
32	18	5,50	440	550	880	1100	1375	2750
40	22	8,76	701	876	1402	1752	2190	4380
50	28	13,48	1078	1348	2157	2696	3370	6740
63	36	21,00	1680	2100	3360	4200	5250	10500
80	45	34,36	2749	3436	5498	6872	8590	17180
100	56	53,91	4313	5391	8626	10782	13478	26955
125	90	59,11	4729	5911	9458	11822	14778	29555
160	110	106,03	8482	10603	16965	21206	26508	53015
200	125	191,46	15317	19146	30634	38292	47865	95730

Contudo, para definir os cilindros a usar em cada situação, é necessário saber a massa que estes têm de fazer avançar e recuar, dando um fator de segurança alargado, devido ao facto de se estar a desprezar fatores importantes como o atrito, por exemplo. No entanto, sabendo que $1 \text{ daN} \cong 1,02 \text{ kg}$, pode-se executar a seleção dos cilindros mais adequados.



Como é possível verificar (Figura 249), o movimento tem uma massa de 41,16 kg. Como são simétricos e os quatro têm a mesma massa, verifica-se facilmente que o cilindro de furo de $\varnothing 25$ a trabalhar à menor pressão (80 bar) é suficiente para o avanço e recuo do movimento. Desta forma, cada movimento foi projetado com um cilindro destes, sinalizado a verde nas tabelas acima (Tabela 33 e Tabela 34). Em funcionamento com 80 bar, têm a capacidade de fazer avançar 392 daN e recuar 232 daN, o equivalente a aproximadamente 399,73 kg e 236,57 kg, respetivamente.

No que se refere à escolha dos cilindros hidráulicos para as duas extrações independentes, é necessário acrescentar à massa que os cilindros farão avançar e recuar outros fatores. A força do atrito estará presente, tanto no avanço como no recuo, devido ao deslizamento das superfícies dos movimentos à extração, entre outros, como é o caso dos extratores na sua zona mandrilada, zona de ajuste H7.

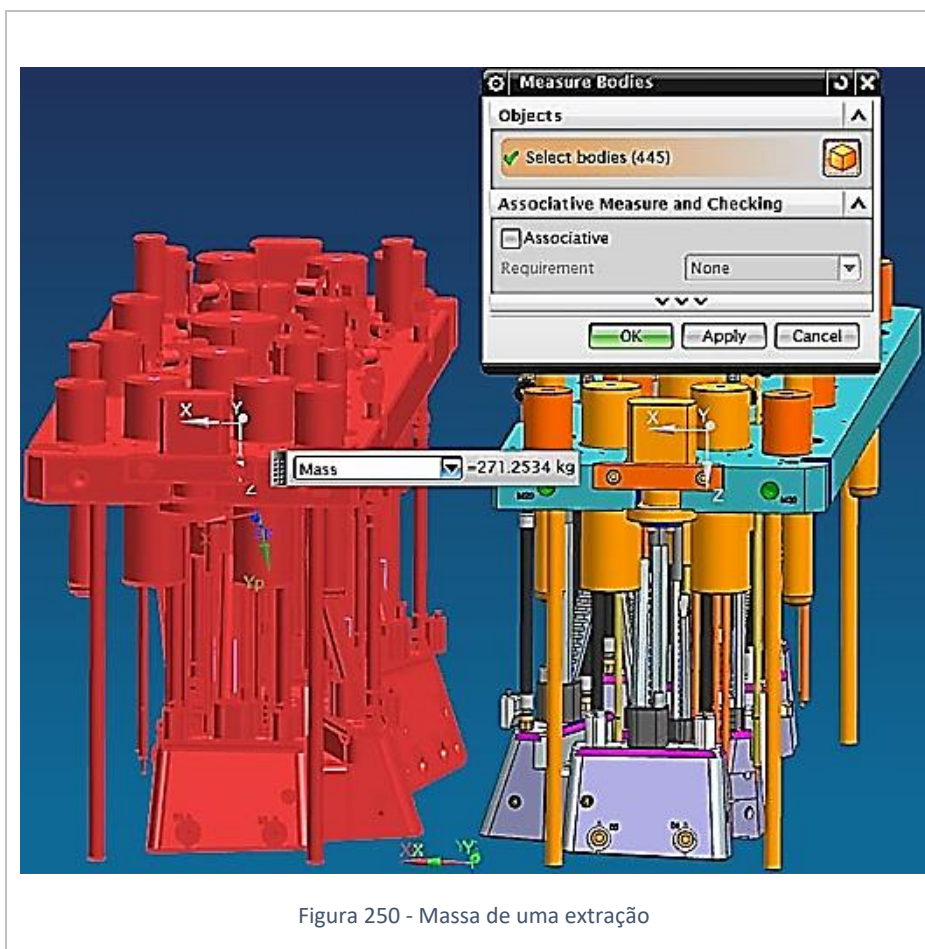


Figura 250 - Massa de uma extração

Apurou-se que cada extração (Figura 250) tem uma massa de 271,25 kg, e que, devido à forma de funcionamento, são utilizados dois cilindros por cada uma. Assim, obtém-se um deslocamento mais homogêneo das placas de extração. No entanto, acabaram por ser selecionados os cilindros hidráulicos de furo $\varnothing 40$ para o compromisso, sombreado a cinza na Tabela 33 e Tabela 34. A trabalhar com 80 bar, têm a capacidade de fazer avançar 1005 daN e recuar 701 daN, o equivalente a aproximadamente 1024,82 kg e 714,82 kg, respetivamente. No entanto, por norma usam-se 160 bar nas extrações dos moldes, logo, é mais do que garantido que os cilindros escolhidos executarão a função para o qual foram concebidos dentro das suas especificações.

3.9.7 Placas de pressão, ajustamento e guiamento

As placas de ajustamento garantem que o molde fecha devidamente ajustado e centrado. São as placas de maior importância, quando o molde vai à prensa. Estes acessórios são sempre nitrurados para aumentar a resistência ao desgaste, devido ao deslizamento a que estão sujeitos.

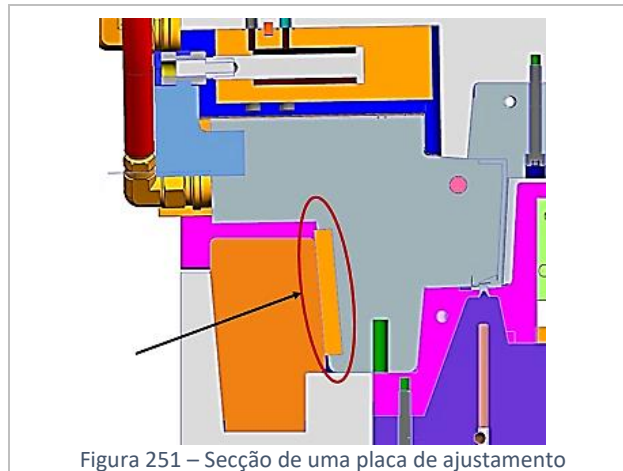


Figura 251 – Secção de uma placa de ajustamento

Neste molde, só se encontram placas de ajustamento nos movimentos hidráulicos (Figura 251), visto não haver necessidade de mais.

Porém, quanto às placas de pressão, pode-se referir que suportam a força de fecho do molde na máquina de injeção, logo, são placas que sofrem um tratamento termoquímico de cementação para endurecer a superfície do aço. Este tratamento é seguido de uma tempera e posterior revenido.

Contudo, devido ao rápido arrefecimento, as placas têm tendência a adquirir algumas deformações, logo, segue-se uma retificação final, ficando assim operacionais para a sua função no molde.

Estas placas, segundo o CEM, são embutidas, ficando salientes 2 mm, porque o molde vai trabalhar numa injetora inferior a 1000 T. Para injetoras com força de fecho igual ou superior a 1000 T, seriam abordados outros valores especificados.

Na figura seguinte, pode-se verificar que o molde possui catorze placas de pressão (Figura 252), sendo dez retangulares e quatro cilíndricas. Estas últimas, estão em torno da entrada das guias do molde.

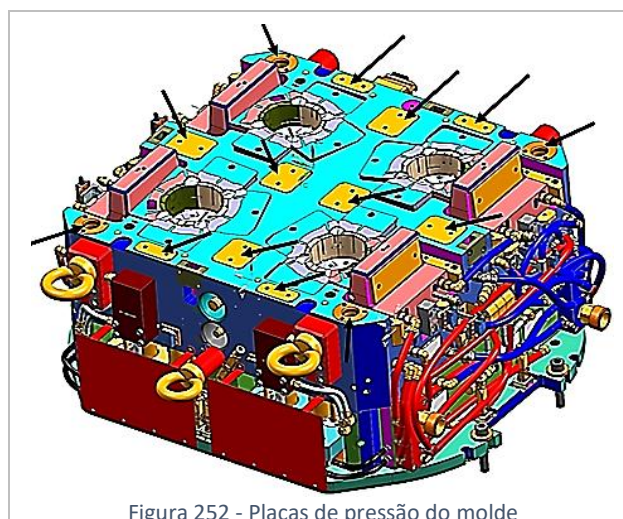


Figura 252 - Placas de pressão do molde

No que respeita ao guiamento do molde, tem-se de ter em consideração as especificações do CEM para este tipo de moldes: uso de guias principais do molde cilíndricas e simétricas (Figura 253), já que este conceito de molde não permite o uso de uma guia deslocada com a função de garantir o correto posicionamento na montagem e fecho do molde, visto que, sendo rotativo e fechando após cada rotação de 180°, existiria colisão.

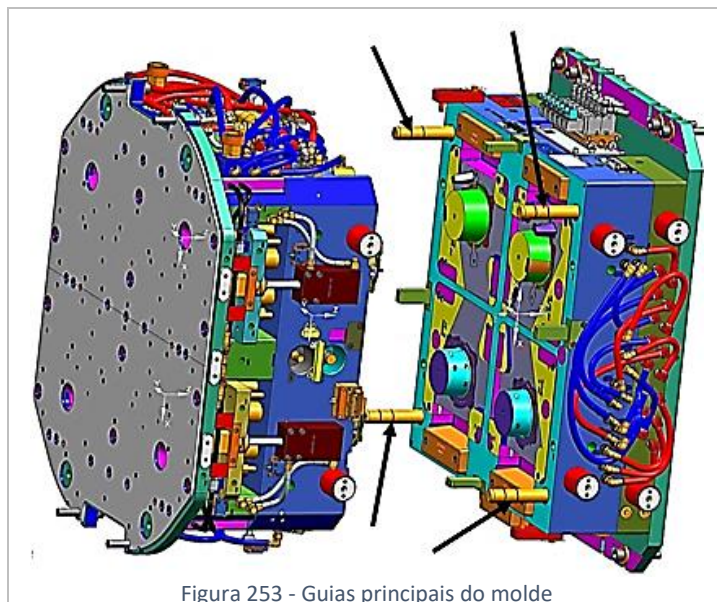


Figura 253 - Guias principais do molde

As guias do molde situadas no lado fixo são os primeiros acessórios a entrar em contacto com o lado móvel (rotativo), com os respetivos casquilhos de bronze auto-lubrificados (Figura 254).

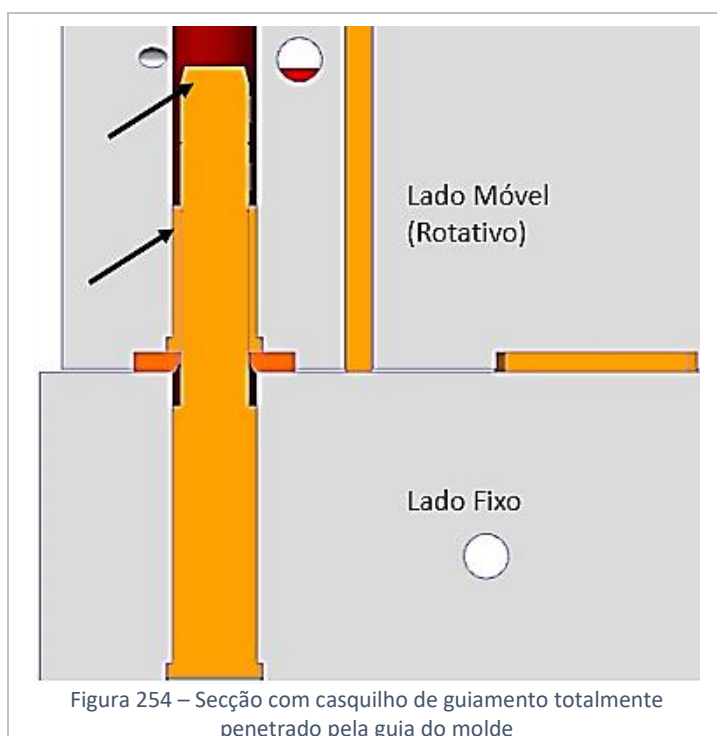


Figura 254 – Secção com casquilho de guiamento totalmente penetrado pela guia do molde

Neste conceito de moldes, é imperativo o desenvolvimento de duas extrações independentes, logo, o uso de mais acessórios de guiamento para a função. No molde foram projetadas oito guias de extração, quatro por extração e os respectivos casquilhos em bronze (auto lubrificado) (Figura 255 e Figura 256).

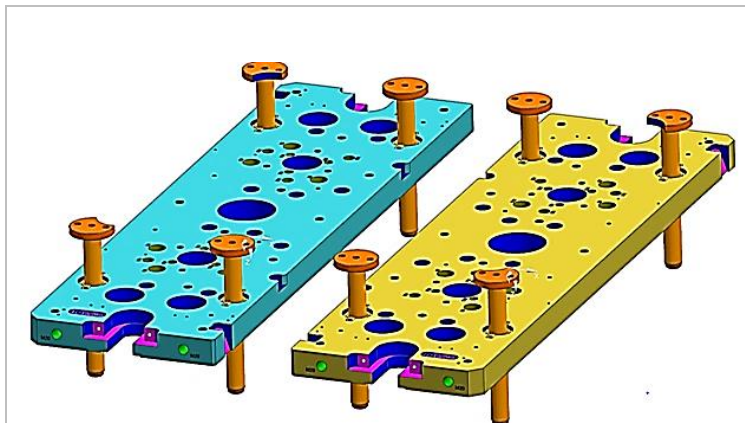


Figura 255 - Guiamento das extrações

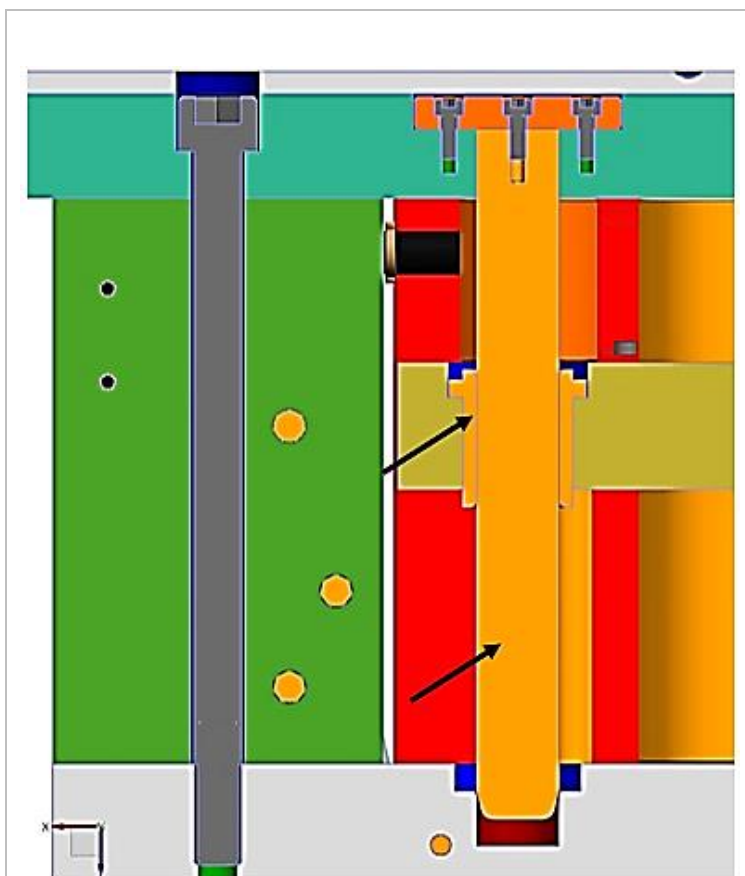




Figura 256 - Secção de uma guia e respectivo casquilho da extração

3.10 Fabrico do molde

No fabrico do molde, várias foram as etapas ou fases pelas quais passaram os aços requisitados para a sua construção. Resumidamente, pode-se verificar os processos de fabrico envolvidos, assim como componentes *standard* e respetiva montagem (Tabela 35). Tem-se como objetivo, dar uma noção ao leitor de pequenos detalhes fabris, operacionais e construtivos, pertencentes a um lote considerável de informação que envolve a execução de um molde rotativo de bi-matéria.

Tabela 35 - Fases, componentes, processos de fabrico e receção de outros acessórios *standard*

Fases	Componente
Blocos de aço chegados do fornecedor já retificados.	
Realização do desbaste. A pínula é o ponto de centramento.	

Realização do acabamento. A pínula é o ponto de centramento.

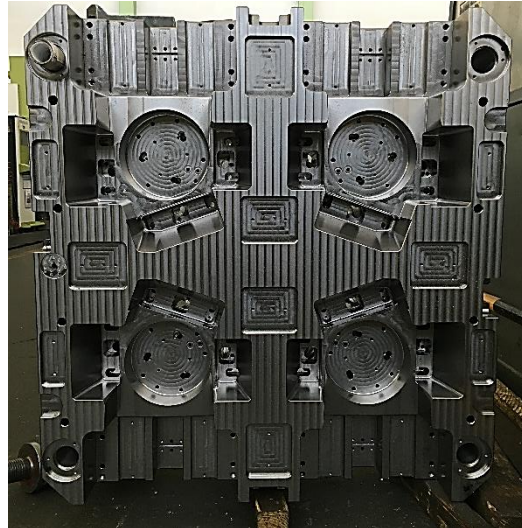


Figura 260 - Placa porta-machos

Receção dos machos e cavidades já pré-maquinados.

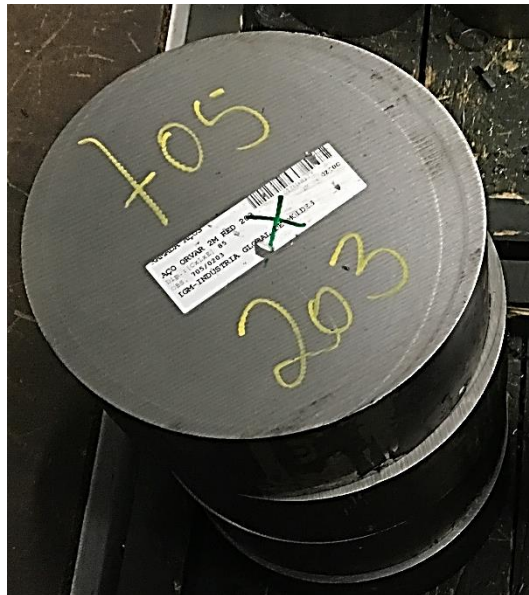


Figura 261 - Machos



Figura 262 - Cavidades

Maquinação numa CNC de 5 eixos, a qual executa os processos na sua totalidade, desbaste e maquinação, deixando as peças no seu estado final. As mestras são as zonas centramento.

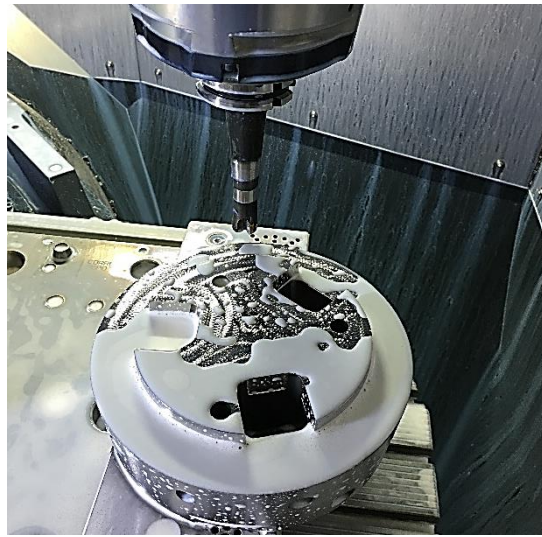


Figura 263 - Um dos machos a ser maquinado na CNC

Eletroerosão em componentes com frisos finos e fundos. A pínula e as mestras são o ponto/zonas de centramento, respetivamente.

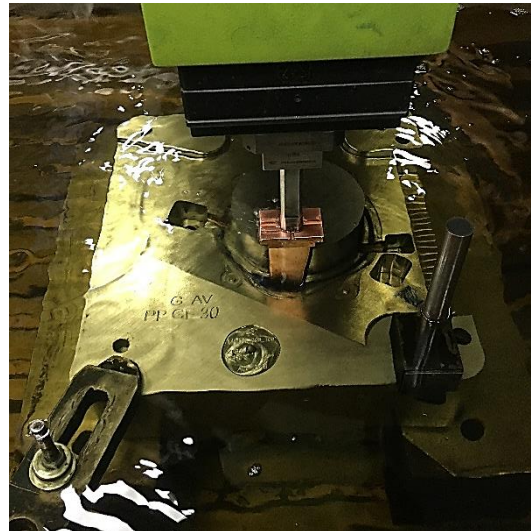


Figura 264 - Eletroerosão numa cavidade (execução do indexador/centrador)



Figura 265 – Início da eletroerosão nos movimentos à extração

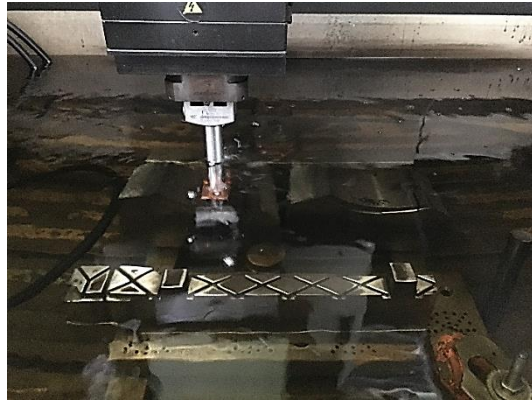


Figura 266 - Eletroerosão nos movimentos à extração em processamento



Figura 267 - Início da eletroerosão nos movimentos hidráulicos



Figura 268 - Movimentos hidráulicos com frisos erodidos



Figura 269 - Eletroerosão do alojamento do postigo no movimento hidráulico



Torneamento de alguns acessórios.

Figura 270 – Torneamento mecânico dos pés do molde e proteções de contacto com o chão de fábrica



Figura 271 - Pés do molde e respetivas proteções em nylon®

Fresagem convencional.



Figura 272 – Fresagem das barras de segurança do molde

Furação dos circuitos de água na mandriladora (Refrigeração).



Figura 273 – Placa porta-cavidades

Polimento.



Figura 274 – Polimento da cavidade do PP



Figura 275 - Região da cavidade que grava o exterior do EPDM já polida



Figura 276 - Aço dos postiços da cavidade



Figura 277 – Aço para os movimentos à extração exteriores e para as cunhas dos movimentos hidráulicos

Receção de aço para diversos componentes do molde.



Figura 278 - Aço para movimentos mecânicos



Figura 279 - Aço para movimentos à extração interiores



Figura 280 - Aço para extensões dos cilindros hidráulicos



Figura 281 - Aços para diversos componentes, desde distribuidores de água, até aos botões de encosto



Figura 282 - Um dos dois divisores de fluxo de óleo do molde



Figura 283 - Uma das guias principais do molde



Figura 284 - Ligações de águas para movimentos à extração

Receção de alguns componentes
standard.



Figura 285 - Cilindros hidráulicos dos movimentos



Figura 286 - Componentes *standard* em armazém

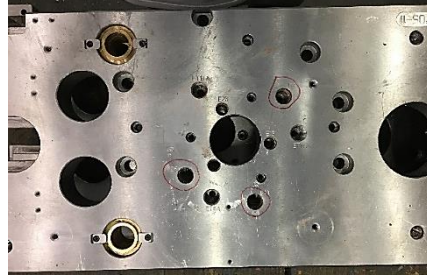


Figura 287 - Montagem de acessórios numa placa de extração

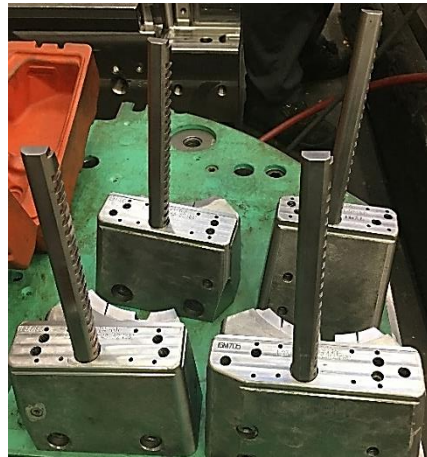


Figura 288 - Montagem dos movimentos à extração

Montagem do molde nas bancadas.



Figura 289 - Montagem de componentes de guiamento e refrigeração



Figura 290 - Montagem do lado fixo

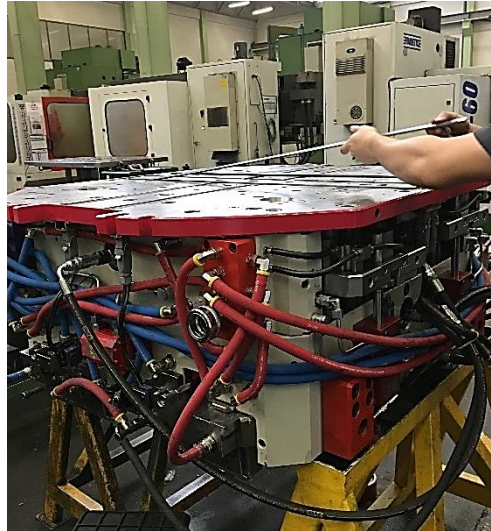


Figura 291 - Montagem das chapas que protegem os fios elétricos

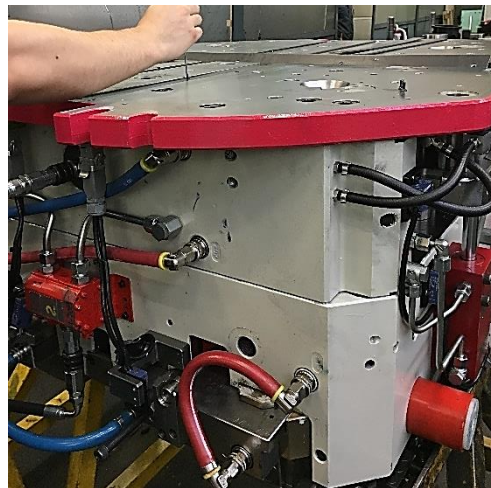


Figura 292 - Apertos finais das chapas de proteção de fios elétricos

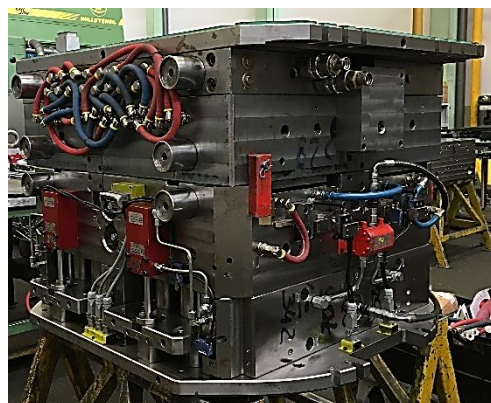


Figura 293 - Molde pronto para ajustamento



Figura 294 - Ajustamento do molde na prensa hidráulica

Ajustamento do molde na prensa.



Figura 295 - Molde na prensa apoiado em calços



Figura 296 – Zarcão (azul) usado no aço para acertar ajustes

3.11 Seleção de materiais

A seleção de materiais para os aços usados na construção do molde deve respeitar, tanto a FEM como as especificações do cliente no CEM. Logo, será necessário verificar algumas ressalvas, tais como:

- Número de injeções expectáveis durante o ciclo de vida do molde;
- Acabamento necessário (dependentes da existência de zonas visíveis ou não);
- Tipos de materiais a injetar;
- Esforços a que o molde estará sujeito;
- Localização geográfica do país em que o molde irá trabalhar (as condições climáticas podem influenciar o seu funcionamento);
- Custos.

Porém, devido às ressalvas relatadas anteriormente, todos os moldes têm uma FEM e um CEM, onde estão descritos quais os materiais a usar no fabrico do molde. Para além disso, aquando da elaboração do desenho preliminar e da sua apresentação, o cliente aprova ou não os aços propostos na FEM ou pelo projetista (um exemplo disso, é o uso de Moldmax XL quando o cliente tem na FEM Ampco). As ressalvas ou reservas descritas, levam à seleção de materiais com excelentes características mecânicas, as quais são a chave para ultrapassar o surgimento de qualquer imprevisto. Algumas das propriedades mecânicas mais importantes a considerar na seleção dos materiais estão relacionadas com a maquinaria, força de fecho, pressão de injeção, entre outras. As propriedades mais importantes a considerar são:

- Módulo Young (rigidez);
- Tensão limite de fadiga;
- Tenacidade à fratura;
- Resistência à compressão;

Os tratamentos térmicos são um complemento fundamental a estas propriedades, dependendo da sua necessidade ou não.

3.11.1 Propriedades dos elementos estruturais

O molde, segundo a informação da FEM estará sujeito a 495 000 injeções, logo irá sofrer fadiga e flexão continuamente. Desta forma, é imprescindível dimensionar as placas estruturais para que o molde cumpra cabalmente o objetivo para o qual foi concebido. A dureza é uma das propriedades com maior preponderância, isto porque reduz desgaste e define o grau de polimento da gravação. Existem outros fatores influentes para o tempo de vida útil do molde, dando origem a peças de qualidade, tais como:

- Boa condutividade térmica - reduz o tempo de ciclo devido à transferência de calor por condução. Em milhares de injeções, por pouco que seja reduzido o tempo de ciclo por injeção, corresponde a milhares de euros ganhos;
- Resistência à corrosão - esta propriedade é muito importante dado o transporte, ambientes climatéricos e funcionamento. No transporte de barco, por exemplo, para além da composição do aço rica em cromo, níquel e molibdênio, é ainda necessário o isolamento com líquido anticorrosivo, acrescido do uso de um filme protetor, evitando o aparecimento dos mais diversos tipos de corrosão, como o *pitting*. Em condições climatéricas húmidas, as manutenções e revisões ao molde devem ser redobradas. No que respeita ao funcionamento, a escolha do aço adequado é imperativa, isto porque, os moldes normalmente têm uma boa refrigeração, ou seja, muitos circuitos para a água fluir. O mesmo se aplica à degradação das peças plásticas injetadas aquando a injeção, devido aos gases libertados.

Como descrito no subcapítulo 2.2.5, o molde é estruturado por várias placas de aço, as quais dão maior resistência e estabilidade aos machos e cavidades de gravação.

A estrutura do molde, também abordada no subcapítulo 2.2.5, suporta os mais diversos componentes ou acessórios. As propriedades requeridas a cada placa estrutural podem ser observadas na tabela seguinte, referenciadas (Ver anexos) segundo a tabela de numeração do Grupo Simoldes (Tabela 36).

Tabela 36 - Propriedades das placas estruturais

Ref.	Descrição	Propriedades	Observações
0001 0017	Placa de encosto	Custo Processo de fabrico Resistência mecânica Tenacidade	Aço encomendado já retificado. As placas são finalizadas, maquinadas em centro de maquinação CNC. Estas placas de aperto à máquina de injeção estão sujeitas a vários esforços, entre os quais compressão, flexão, fadiga e por vezes torção.
0002	Porta-cavidades	Custo Processo de fabrico Resistência à corrosão Resistência mecânica Tenacidade	Aço encomendado já retificado. As placas são finalizadas, maquinadas no centro de maquinação CNC. Deve conter resistência à corrosão, sobretudo devido aos circuitos de refrigeração que ligam às cavidades.
0003	Porta-machos	Custo Processo de fabrico Resistência à corrosão Resistência mecânica Tenacidade	Aço encomendado já retificado. As placas são finalizadas, maquinadas no centro de maquinação CNC. Deve conter resistência à corrosão, sobretudo devido aos circuitos de refrigeração que ligam aos machos.
0004 0018	Placa intermédia	Custo Processo de fabrico Resistência mecânica Tenacidade	A primeira placa é encomenda já retificada, depois de rececionada é finalizada através de maquinação CNC, enquanto que a outra placa (0018), por norma a que aloja o sistema de injeção, é encomendada em bruto, embora também finalizada com maquinação CNC. Estas placas estão sujeitas à compressão, flexão e fadiga.

0005	Calços	Custo	Aço encomendado já retificado. As placas são finalizadas, maquinadas no centro de maquinação CNC. Os calços estão sujeitos a vários esforços, entre os quais flexão, fadiga e, sobretudo, compressão.
0006		Processo de fabrico	
0007		Resistência mecânica	
0010		Tenacidade	
0011	Placa de extração	Custo	Aço encomendado já retificado. As placas são finalizadas, maquinadas no centro de maquinação CNC. São as placas responsáveis pela extração das peças, estando sujeitas a vários esforços, entre os quais compressão, flexão, fadiga e torção.
0012		Processo de fabrico	
0014		Resistência mecânica	
0015		Tenacidade	
0100 até 0120	Cavidade	Custo	Aço encomendado já maquinado. Os machos são finalizados no centro de maquinação CNC e na eletroerosão (quando necessário). A dureza deve ser adequada para que o polimento e desgaste sejam diminutos. Deve conter resistência à corrosão, sobretudo devido aos circuitos de refrigeração.
		Dureza	
		Processo de fabrico	
		Resistência à corrosão	
	Macho	Resistência mecânica	Aço encomendado já maquinado. Os machos são finalizados no centro de maquinação CNC e na eletroerosão (quando necessário). A dureza deve ser adequada para que o polimento e desgaste sejam diminutos. Deve conter resistência à corrosão, sobretudo devido aos circuitos de refrigeração.
0200 até 0220		Tenacidade	
		Resistência mecânica	
		Tenacidade	

3.11.1.1 Escolha do aço para a estrutura de gravação

Para moldes com expectativa de aproximadamente 500000 ciclos de injeção, os aços mais utilizados nas cavidades e machos são:

- 1.2311;
- 1.2343;
- 1.2738;
- 1.2738HH.

Os elementos de gravação, principalmente as cavidades e os machos, devem possuir:

- Custo adaptado ao pedido;
- Dureza adequada ao trabalho que vão realizar;
- Remoção de aparas relativamente fácil;
- Resistência à corrosão;
- Resistência mecânica;
- Tenacidade à fratura.

Na FEM do cliente, assim como na FTM, está devidamente especificado o material para o fabrico das cavidades e dos machos. O cliente salienta o uso de aço 1.2343, o qual foi aprovado aquando da apresentação do desenho preliminar. Em seguida, tentar-se-á perceber o porquê dessa escolha para os elementos de gravação. Na Tabela 37 são apresentados os valores atribuídos a cada uma das propriedades consideradas imprescindíveis, assim como setas que indicam se se pretende que o valor da propriedade seja mais ou menos elevado.

De referir que não se teve em consideração o processo de fabrico, visto que todos os materiais apresentam a mesma dificuldade de maquinar.

Tabela 37 - Valores atribuídos às propriedades consideradas imprescindíveis

Material	Resistência Mecânica (MPa) ↑	Dureza (HB) ↑	Tenacidade ↑	Resistência à corrosão ↑	Custo ↓ (€/Kg)
1.2311	800	300	8	8,5	1,71
1.2343	1600	480	10	9,5	3,90
1.2738	950	300	8,5	9	1,97
1.2738HH	1050	330	9	9	2,21

Como se pode analisar na Tabela 37, o pretendido são os valores mais elevados de resistência mecânica, dureza, tenacidade e resistência à corrosão, e pelo contrário, o valor mais reduzido do custo.

Tabela 38 – Ponderação das propriedades

	1/2	1/3	1/4	1/5	Importância	%
1.Resistência Mecânica	60	70	80	85	1	0,40
2.Custo	40				0,67	0,26
3.Dureza		30			0,43	0,17
4.Tenacidade			20		0,25	0,10
5.Corrosão				15	0,18	0,07
				Total	2,53	1

Como se pode verificar acima (Tabela 38), são ponderadas as importâncias das propriedades. O requisito com maior peso e de referência é a resistência mecânica, visto que o material deve apresentar resistência aos esforços aos quais estará sujeito. O custo aparece como segundo requisito de maior peso. Outros fatores, como a dureza, tenacidade e resistência à corrosão são também importantes para a escolha final do aço. Os cálculos da tabela acima (Tabela 38) foram executados dividindo cada valor atribuído a uma propriedade pelo valor da propriedade de referência, a de maior peso. Daí saiu o valor da importância. Posteriormente, somaram-se todos os valores das importâncias, chegando ao somatório de 2,53, logo, dividiu-se cada valor individual da importância por este valor do somatório, dando origem ao valor da percentagem. Por fim, somaram-se as percentagens e obteve-se o valor de 1 (100%), ou seja, o valor esperado.

Tabela 39 - Ponderação dos materiais

Material	Resistência Mecânica	Custo	Dureza	Tenacidade	Resistência à corrosão
1.2311	800/1600 = 0,5	1,71/1,71 = 1	300/480 = 0,63	8/10 = 0,8	8,5/9,5 = 0,89
1.2343	1600/1600 = 1	1,71/3,90 = 0,44	480/480 = 1	10/10 = 1	9,5/9,5 = 1
1.2738	950/1600 = 0,59	1,71/1,97 = 0,87	300/480 = 0,63	8,5/10 = 0,85	9/9,5 = 0,95
1.2738HH	1050/1600 = 0,66	1,71/2,21 = 0,77	330/480 = 0,69	9/10 = 0,9	9/9,5 = 0,95

Na tabela acima (Tabela 39) calcula-se a ponderação das propriedades dos materiais, dividindo o valor relativo a cada material pelo valor máximo da propriedade (ver Tabela 37). Relativamente ao custo, o cálculo é efetuado com o valor mais baixo, ou seja, dividindo o valor de custo mínimo pelo valor de custo de cada material.

Tabela 40 - Índices de mérito

Material	Resistência Mecânica	Custo	Dureza	Tenacidade	Resistência à corrosão	Σ
1.2311	0,40x0,5 = 0,20	0,26x1 = 0,26	0,17x0,63 = 0,11	0,10x0,8 = 0,08	0,07x0,89 = 0,062	0,712
1.2343	0,40x1 = 0,40	0,26x0,44 = 0,11	0,17x1 = 0,17	0,10x1 = 0,10	0,07x1 = 0,07	0,850
1.2738	0,40x0,59 = 0,24	0,26x0,87 = 0,23	0,17x0,63 = 0,11	0,10x0,85 = 0,085	0,07x0,95 = 0,067	0,732
1.2738HH	0,40x0,66 = 0,27	0,26x0,77 = 0,20	0,17x0,69 = 0,12	0,10x0,9 = 0,09	0,07x0,95 = 0,067	0,747

Na tabela dos índices de mérito (Tabela 40), calculam-se os valores de cada material, multiplicando as percentagens da tabela da ponderação das propriedades (Tabela 38) pelos valores obtidos na tabela de ponderação dos materiais (Tabela 39). Para finalizar, e conhecer o material mais indicado, faz-se o somatório dos valores obtidos para cada material.

O material com maior índice de mérito é o aço aconselhado e aprovado pelo cliente, o aço 1.2343, o qual tem uma desvantagem relativamente aos outros materiais, o preço. O segundo e terceiro lugar nos índices de mérito são ocupados pelos aços 1.2738HH e 1.2738, respetivamente. Porém, o 1.2738HH superioriza-se, devido à sua resistência mecânica. Por fim, o quarto material com maior índice de mérito é o aço 1.2311, o menos aconselhado entre os quatro materiais, visto que, as propriedades do núcleo variam consoante a espessura do aço.

Resumindo, o aço 1.2343 é uma boa opção para a execução dos elementos de gravação, visto que é um aço excelente para executar o tratamento térmico de têmpera para melhorar a dureza e resistência do material.

Os milhares de ciclos a realizar justificam o investimento num bom aço como o 1.2343, embora o aço 1.2738HH e até mesmo o 1.2738 estivessem também à altura.

3.11.1.2 Escolha do aço para a estrutura de acoplamento

A estrutura de acoplamento, ou seja, toda a estrutura que não englobe gravação, tais como placas de encosto, extração e calços, têm como principal requisito as seguintes propriedades:

- Custo;
- Processo de fabrico;
- Resistência mecânica;
- Tenacidade.

Na FEM e FTM do cliente está discriminado que o material a usar nesta estrutura de acoplamento da estrutura de gravação deverá ser o aço 1.1730. Contudo, vai-se verificar seguidamente esta opção.

Os aços mais comuns neste tipo de estrutura são o 1.1730 e o 1.2312. Posteriormente, poder-se-á verificar os valores atribuídos às propriedades escolhidas (Tabela 41). O pretendido são valores elevados na resistência mecânica, tenacidade e processo de fabrico, enquanto em relação ao custo se pretende o valor mais reduzido.

Tabela 41 - Valores atribuídos às propriedades escolhidas

Material	Resistência Mecânica (MPa)	Tenacidade	Processo de fabrico	Custo (€/Kg)
1.1730	430	8	9	1,48
1.2312	800	10	10	2,14

Tabela 42 - Ponderação das propriedades

	1/2	1/3	1/4	Importância	%
1.Custo	65	70	80	1	0,45
2. Resistência Mecânica	35			0,54	0,25
3.Tenacidade		30		0,43	0,19
4.Processo de fabrico			20	0,25	0,11
			Total	2,22	1

Como se pode verificar acima (Tabela 42), são ponderadas as importâncias das propriedades. Os requisitos com maior peso são o custo e a resistência mecânica, visto que o material deve apresentar o menor custo possível e também resistência aos esforços aos quais estará sujeito. Seguem-se outras propriedades a considerar, tais como a tenacidade e processo de fabrico.

Neste caso, ao contrário da estrutura de gravação, o custo tem maior peso que a resistência mecânica, pelo facto destes componentes não serem preponderantes para a qualidade final da peça.

Tabela 43 - Ponderação dos materiais

Material	Custo	Resistência Mecânica	Tenacidade	Processo de fabrico
1.1730	1,48/1,48 = 1	430/800 = 0,54	8/10 = 0,8	9/10 = 0,9
1.2312	1,48/2,14 = 0,69	800/800 = 1	10/10 = 1	10/10 = 1

Na tabela acima (Tabela 43) calcula-se a ponderação das propriedades dos materiais, dividindo o valor relativo a cada material pelo valor máximo da propriedade (ver Tabela 41). Analogamente ao custo, o cálculo é efetuado com o valor mais baixo, ou seja, dividindo o valor de custo mínimo pelo valor relativo ao custo de cada material.

Tabela 44 - Índices de mérito

Material	Custo	Resistência Mecânica	Tenacidade	Processo de fabrico	Σ
1.1730	0,45x1 = 0,45	0,25x0,54 = 0,14	0,19x0,8 = 0,15	0,11x0,9 = 0,10	0,84
1.2312	0,45x0,69 = 0,31	0,25x1 = 0,25	0,19x1 = 0,19	0,11x1 = 0,11	0,86

Na tabela dos índices de mérito (Tabela 44) calculam-se os valores de cada material, multiplicando as percentagens da tabela da ponderação das propriedades (Tabela 42) com os valores obtidos na tabela de ponderação dos materiais (Tabela 43). Para finalizar e conhecer o material que será o mais indicado, faz-se o somatório dos valores obtidos para cada material.

O material com maior índice de mérito é o aço 1.2312, no entanto bastante semelhante ao aço 1.1730. Porém, devido ao custo e às grandes quantidades usadas em praticamente todos os moldes, as placas de estrutura são normalmente fabricadas em 1.1730. Contudo, por segurança em moldes de grandes dimensões que impliquem placas de extração superiores a 3 m de comprimento, recomenda-se o uso do aço 1.2312 para evitar deformações, visto que são placas em constante movimento para extrair as peças injetadas.

3.12 Dimensionamento do molde

Para o dimensionamento do molde, foram usadas expressões já demonstradas anteriormente no subcapítulo 2.4 (Capítulo 2 referente à revisão bibliográfica).

3.12.1 Dimensionamento das placas e guias do molde

Cálculo da força de fecho

Para este cálculo utilizou-se a expressão (1):

$$F_f = \frac{28800 * 17,65 * 1 * 2 * 1,15}{1000} = 1169,14 \text{ kN}$$

Todavia, como se trata de um molde rotativo para injeção de bi-matéria, o leque de máquinas no mercado é limitado para este tipo de moldes, porém, o molde está projetado para uma EN600 T, sendo mais que suficiente perante o resultado obtido no cálculo da força de fecho.

Dimensionamento dos calços e placa porta-macho

Para o dimensionamento dos calços e placa porta-machos (Figura 297), é fundamental saber a tensão admissível em cada componente. Embora os machos sejam em aço 1.2343, o porta-machos, que suporta os calços é em aço 1.1730, assim como, os próprios calços. Então, a tensão admissível será averiguada pela expressão seguinte e complementada pelas expressões (2), (3) e (4) do subcapítulo 2.4.2:

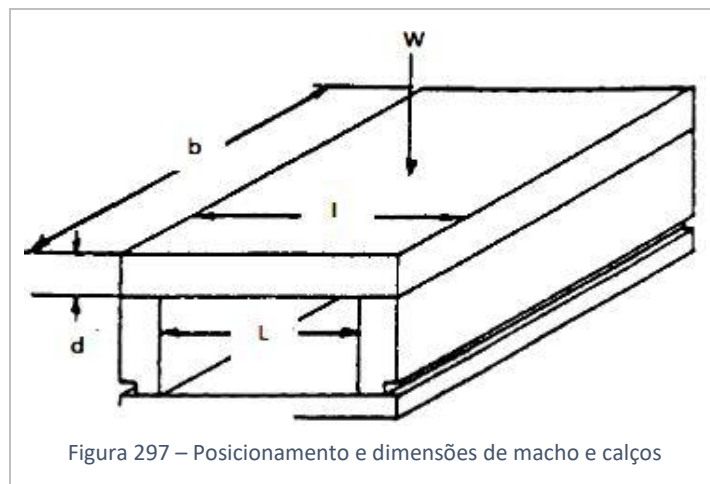
$$\sigma_{adm} = \frac{Rm}{CS} \quad (13)$$

Onde:

- CS – Coeficiente segurança;
- Rm – Tensão rotura [MPa];
- σ_{adm} – Tensão admissível [MPa].

Para o aço 1.1730:

$$\sigma = \frac{560}{5} = 112 \text{ MPa}$$



Porta-machos:

$$\sigma_{adm} = \frac{WL}{8Z} \Leftrightarrow 112 = \frac{5883990 \cdot 346}{8Z} \Leftrightarrow Z = 2272165,8 \text{ mm}^3$$

$$Z = \frac{Bd^2}{6} \Leftrightarrow 2272165,8 = \frac{990 d^2}{6} \Leftrightarrow d = 117,35 \text{ mm}$$

A espessura mínima admissível para o porta-machos é de 117,35 mm.

Relativamente aos calços, e considerando a tensão admissível igual à tensão:

$$\sigma = \frac{F}{A} \Leftrightarrow 112 = \frac{5883990}{A} \Leftrightarrow A = 52535,63 \text{ mm}^2$$

Logo, os calços deverão ter uma área mínima de 52535,63 mm². Mais uma vez os requisitos são cumpridos, visto que a área dos calços é de 118800 mm²

Dimensionamento da espessura mínima da placa porta-cavidades

Para este cálculo utilizaram-se as expressões (11) e (12) do subcapítulo 2.4.7:

A placa porta-cavidades será em aço 1.1730, como analisado na seleção de materiais (3.11.1), cujo módulo de elasticidade é de 210 GPa, sendo que a peça tem as dimensões máximas de Ø230 x 110 (mm x mm). Embora a peça não seja totalmente redonda, para efeito de cálculo, foi seguida esta aproximação.

$$W = 17,65 * 110 = 1941,5 \text{ N/mm}$$

$$t = \frac{5 W L^4}{32 E y h}^{1/3} = \left[\frac{5 * 1941,5 * 230^4}{32 * 210000 * 0,025 * 110} \right]^{1/3} \approx 114 \text{ mm}$$

A espessura mínima admissível na placa-porta cavidades é de aproximadamente 114 mm.

Guias principais

Para o dimensionamento das guias, aplica-se o critério de Euler, tendo por base as expressões (5) e (6) do subcapítulo 2.4.3:

(As 600 toneladas (5886 kN) provenientes da força de fecho da máquina de injeção, são distribuídas pelas guias principais, do molde).

$$F = \frac{5886}{4} = 1471,5 \text{ kN} = 1471500 \text{ N}$$

$$1471500 = \frac{1 * \pi^2 * 210000 * I}{200^2} \Leftrightarrow I = 28398,9 \text{ mm}^4$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow 28398,9 = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow r = 13,8 \text{ mm}$$

Contudo, o diâmetro mínimo de cada guia principal é de $2 * r$, ou seja, diâmetro de 27,6 mm. Porém, a medida *standard* acima é de diâmetro 32 mm. Todavia, sendo um molde rotativo de bi-matéria, usou-se um fator de segurança superior, passando-se dos 32 mm para os 40 mm (Anexo 6.11).

3.12.2 Dimensionamento do sistema de arrefecimento

Tempo de arrefecimento da peça

Pode-se calcular o tempo de arrefecimento da peça, através da expressão (9) do subcapítulo 2.4.5.

As peças extraídas do molde são constituídas por dois materiais distintos, porém, mais de 90% do material de uma peça é o PP, sendo o restante, EPDM. Desta forma, sendo o PP o material dominante, todo o projeto lhe deu prioridade, restando ao EPDM sujeitar-se aos efeitos colaterais, como foi o caso da contração de materiais.

As peças têm uma espessura de 3 mm, a difusividade térmica do PP a 100°C é de $9,81 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$, a temperatura do molde é de 40°C, a temperatura no cilindro varia entre os 200 e 280°C, enquanto que a temperatura de extração é de 119°C (dados retirados do estudo *moldflow*® - subcapítulo 3.6.2 e do anexo 6.10).

$$\theta = \frac{-0,3^2}{2 \pi * 9,81 E-4} \cdot \log\left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{119-40}{240-40}\right)\right] = 7,42 \text{ s}$$

Caudal do fluido de arrefecimento

Pode-se calcular o caudal do fluido de arrefecimento, através da expressão (10) do subcapítulo 2.4.6:

$$q = 0,92 * [0,54 * (230 - 40) + 23,9] = 116,38 \text{ kg/s} = 116,38 \text{ l/s}$$

O caudal mássico da água é dado por:

$$\dot{m} = \frac{q}{k (T_s - T_e)} \quad (14)$$

Onde:

- k – Coeficiente de eficácia (Tabela 45);
- \dot{m} – Caudal mássico da água [kg/s];
- q – Quantidade de calor a ser retirado por unidade de tempo [kcal/s];
- T_e – Temperatura de entrada da água [°C];
- T_s – Temperatura de saída da água [°C].

Tabela 45 - Coeficiente de eficácia dos canais de arrefecimento

	K
Canais de refrigeração nas cavidades e machos	0,64
Canais de refrigeração das placas da estrutura	0,50
Canais de refrigeração que usam tubos de cobre	0,10

$$\dot{m} = \frac{q}{k (T_s - T_e)} = \frac{116,38}{0,64 * (40 - 35)} = 36,37 \text{ Kg/s} = 36,37 \text{ l/s}$$

Assim, serão necessários 36,37 l/s de água para um arrefecimento eficiente.

3.12.3 Dimensionamento do sistema de extração da peça

Força de extração

Pode-se calcular a força da extração, através das expressões (7) e (8) do subcapítulo 2.4.4.

Como analisado no subcapítulo 3.12.1, a peça está a ser considerada como uma circunferência de Ø230 mm.

Logo, a expressão do perímetro da circunferência é dada por:

$$P_o = 2 \pi r \quad (15)$$

$$\text{Perímetro da peça} = 2 \pi 115 = 722,6 \text{ mm}$$

O perímetro foi calculado a título informativo, visto que o diâmetro já era conhecido, ou seja, $d = 230 \text{ mm}$.

$$St = ((85 * 10^{-6}) * (230-119)) * 230 = 2,17 \text{ mm}$$

$$F_e = \frac{2,17 * 8250 * 28800 * 0,36}{230 \left(\frac{230}{2 * 3} - \frac{230}{4 * 3} * 0,3868 \right)} = 26100,3 \text{ N}$$

O valor obtido de F_e será um valor de referência para o cálculo do dimensionamento dos extratores.

Cálculo do diâmetro mínimo dos extratores

Tal como nas guias principais do molde, pode-se calcular o diâmetro mínimo dos extratores, através das expressões (5) e (6) do subcapítulo 2.4.3.

Como o valor da força foi calculado anteriormente (26100,3 N), sabe-se que esta força será distribuída pelo número de extratores, logo:

$$F = \frac{26100,3}{12} = 2175,03 \text{ N}$$

$$2175,03 = \frac{1 * \pi^2 * 210000 * I}{313^2} \Leftrightarrow I = 102,6 \text{ mm}^4$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow 102,6 = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow r = 3,4 \text{ mm}$$

Logo, conclui-se que $2 * r = 6,8 \text{ mm}$, ou seja, a medida *standard* mínima permitida é de diâmetro 8 mm, visto não ser comum usar a medida de 7 mm.

Poderiam ser usados extratores de diâmetro 6 mm, visto que este cálculo pode ser combinado com a extração a que será aplicada, ou seja, terá de existir um compromisso entre os extratores e os outros elementos que desempenham funções similares, como os pernos de retorno, levantadores e os próprios movimentos à extração.

No caso do molde em estudo, a força de remoção das peças é maioritariamente fornecida pelos movimentos à extração, já que cada peça tem três paredes laterais com bastantes frisos gravadas por estes. Os extratores neste molde têm várias funções, uns para ajudarem na desmoldagem da peça, outros para partirem os gitos e ainda outros com meia-cana na zona de gravação (cria prisão) para segurar a peça.

Setores que contribuíram para a realização do molde

A execução do molde começa no departamento técnico (projeto), porém, até ao produto físico final, muitos são os setores que colaboram para a execução do mesmo.

Tabela 46 – Setores que colaboraram na execução do molde

Setor	Função	
Departamento de projeto de molde (DPM)	<ul style="list-style-type: none">- Analisar a peça;- Execução do desenho preliminar em simultâneo com o estudo do sistema de injeção;- Execução da modelação (todos os elementos de gravação e mecânica);- Execução do desenho final;- Revisões do desenvolvimento do molde em diferentes fases;- Correções ou alterações, quando aplicável.	 <p>Figura 298 - Departamento técnico</p>
Departamento comercial (DC)	<ul style="list-style-type: none">- Orçamentação;- Envio de ficheiros para os mais diversos clientes;- Envio ou entrega de peças físicas ao cliente.	 <p>Figura 299 - Revisão final com o cliente</p>

Departamento de planeamento e
produção (DPP)

- Preparação de trabalho;
- Simulação de tempos de maquinação e respetivas ferramentas a utilizar;
- Executar programas para a maquinação do aço no centro de maquinação CNC;
- Repartição de trabalho pelas máquinas.

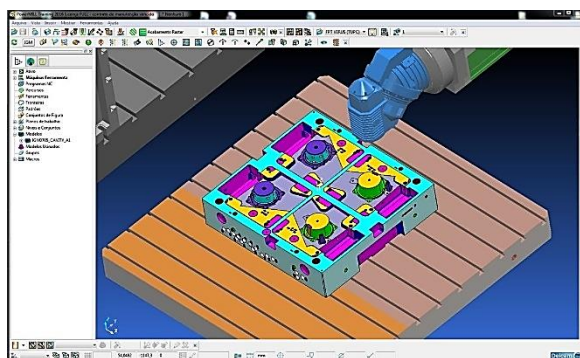


Figura 300 - Molde da tese a ser trabalhado no *software* Powermill

Armazém de ferramentas

- Planear, organizar e distribuir as ferramentas pelas máquinas.



Figura 301 - Ferramentas para as máquinas

Armazém/ferramentaria de acessórios
standards

- Encomendar os acessórios inseridos no *ERP* pelo projetista;
- Rececionar os acessórios e verificar referências e quantidades;
- Armazenar por molde os acessórios recebidos;
- Ferramentas para montagem dos moldes.



Figura 303 - Armazenamento de *standards* e ferramentas de montagem

Zona de receção do aço

- Armazenar o aço recém-chegado;
- Distribuir o aço pelas máquinas;
- Reencaminhar aço de pequenas dimensões (acessórios do molde) para o armazém dos aços.



Figura 304 - Receção do aço

Maquinação

- Execução de operações, como fresagem e torneamento dos mais diversos aços para construção do molde.



Figura 305 - Uma de várias máquinas-ferramenta CNC

Furação

- Execução dos circuitos de refrigeração do molde (água);
- Execução dos circuitos para óleo no molde (hidráulicos).

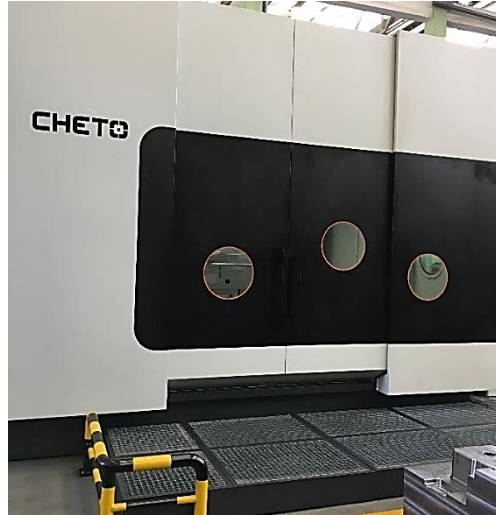


Figura 306 - Máquina de furação



Figura 307 - Furação

Erosão

- Execução de operações de eletroerosão nos componentes que necessitam, como por exemplo, frisos finos e profundos;
- No molde foi necessária bastante eletroerosão, nos movimentos à extração e nos movimentos hidráulicos.



Figura 308 - Máquinas de eletroerosão

Tornos-mecânicos

- Execução de acessórios de pequenas dimensões para o molde.



Figura 309 - Torneamento

Fresadoras convencionais

- Execução de acessórios de pequenas dimensões para o molde.



Figura 310 - Fresagem

Bancada

- Execução do polimento no molde;
- Montagem do molde;
- Ajuste e pequenos reparos em componentes que possam ter dificuldades de montagem.



Figura 311 - Bancadas

Prensa-hidráulica

- Execução do ajustamento do molde.



Figura 312 - Prensa-hidráulica

Centro de ensaios

- Execução do ensaio de injeção, com o objetivo de verificar a qualidade da peça e enviar uma quantidade pré-estabelecida, para o cliente.



Figura 313 - Centro de ensaios da Simoldes Plásticos

3.13 Avaliação de custos do molde

3.13.1 Custos relacionados com matérias-primas

Seguidamente (Tabela 47), estão expostos os custos (orçamento) do molde IGM0705 (molde da dissertação).

Tabela 47 - Custos relacionados com matérias-primas

Comp.	Descrição	Qtd.	Dimensões [mm x mm x mm]	Valor [€]
0001	Placa de encosto lado injeção	1	1262x1248x55	924,56
0002	Porta-cavidades	1	1062x1048x293	3.480,58
0003	Porta-machos	1	1062x1048x293	3.480,58
0005	Calço	2	1062x100x210	476,07
0006	Calço	1	1062x100x210	238,04
0011	Placa de extração	2	1262x360x55	533,40
0014	Placa de extração (suporte dos extratores)	2	1262x360x35	339,44
0017	Placa de encosto do lado da extração	1	1262x1248x55	924,56
0018	Placa de alojamento do sistema de injeção	1	1062x1048x150	1.781,87
0023	Guia principal	4		369,11
0026	Casquilho da guia principal	4		69,86
0070	Placa de isolamento	1		550,00
0099	Outros elementos da estrutura	8		23,71
0100	Cavidade	1	762x748x205	4.022,85
0200	Macho	1	762x748x205	4.022,85
0300	Movimento mecânico	4	50x50x75	25,83
0340	Guia inclinada	1		14,04
0365	Placa de ajustamento do mov. mecânico	4	45x40x12	1,32
0385	Placa de deslizamento do mov. mecânico	4	120x50x12	27,74
0405	Corrediça do mov. mecânico	8	120x25x30	69,39
0425	Casquilho da guia inclinada	4		39,60
0460	Retentor do mov. mecânico	4		362,75
0500	Movimento à extração	12	50x50x75	77,48
0595	Carrinho	12		924,00
0615	Veio do movimento à extração	6		165,00
0665	Casquilho do mov. à extração	12		168,96
0685	Chaveta do mov. extr/levantador	12		105,60

0700	Movimento hidráulico	16	200x200x200	4.406,90
0725	Corrediça do mov. hidráulico	32	170x40x40	838,58
0735	Placa de deslizamento do mov. hidráulico	32	200x50x12	369,86
0745	Placa de ajustamento do mov. hidráulico	32	80x60x12	28,14
0775	Cilindro hidráulico do mov.	16		7.436,00
0776	Cilindro hidráulico do mov.	4		1.518,00
0900	Sistema de injeção	4		14.455,30
1001	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	2		0,24
1002	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	4		1,23
1003	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	8		6,13
1004	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	12		5,74
1005	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	8		0,89
1006	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	6		1,84
1007	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	2		0,15
1008	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	8		2,27
1009	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	12		9,61
1010	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	20		2,22
1011	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	16		0,39
1012	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	112		29,86
1013	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	128		3,14
1014	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	16		4,98
1015	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	16		0,47
1016	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	12		1,33
1017	Parafuso de cab. cilíndrica - DIN 912-12.9	12		0,62
1380	Mola Danly vermelha – 9-0810-23 (12,5*64)	4		6,93
1400	Bujão de aço (zincado) BSPT Rabourdin 1015 1/4"	80		19,54
1401	Bujão de aço (zincado) BSPT Rabourdin 1015 1/8"	48		11,73
1430	Freio DIN 472 – Z68 - Hasco	4		0,75
1431	Freio DIN 472 – Z68 - Hasco	16		4,22
1432	Freio DIN 472 – Z68 - Hasco	12		2,24
1450	Placa DIN 472 – Z68 - Hasco	2		7,01
1451	Placa	2	110x93x95	8,46
1452	Placa	4	110x83x85	14,02
1500	Cavilha tubular DIN 7979 – Z26 - Hasco	10		9,83
1501	Cavilha DIN 7979 – Z26 - Hasco	16		5,10
1502	Cavilha DIN 7979 – Z26 - Hasco	64		38,02
1620	Olhal – DSR M30 - Codipro	4		1.176,27

1680	Esquemas de Refrigeração	6	90x60x1	49,90
1700	Distribuidor de água	4	195x90x53	200,00
1720	Ligações de refrigeração - RPL12 - Staubli	32		243,58
1740	Tubo rígido de refrigeração – DK141818 - Cumsa	16		221,32
1800	Guia da placa de extração – Veio INA h6 – Ø30	4		114,71
1806	Casquilho guia placa extração – GS CE1-30 (Bronze)	4		132,00
1810	Perno de retorno - DIN 1530-A - Rabourdin	4		50,52
1840	Cilindro hidráulico da extração – VSP-40 - HPS	4		2.534,40
1850	Extrator Ø8*315 (temperado/nitrurado)	32		170,52
1900	Botão de encosto	20	Ø50x60	52,40
2000	Caixa elétrica - Harting	2		26,20
2000	Caixa elétrica - Harting	4		98,87
2020	Ficha elétrica - Harting	2		23,94
2030	Micro-interruptor - Telemecanique	4		86,68
2031	Micro-interruptor - Telemecanique	4		40,86
2032	Micro-interruptor - Telemecanique	4		27,02
2033	Micro-interruptor - Telemecanique	32		936,32
2034	Micro-interruptor - Telemecanique	8		173,36
2035	Micro-interruptor - Telemecanique	8		81,72
2135	Tubo hidráulico rígido - Parker	4		38,51
2160	Ligações hidráulicas - MPX10 - Staubli	8		24,50
Valor Total				58.974,53

Os custos orçamentados anteriormente, relacionados a matérias-primas e acessórios, concluem um valor total de 58.974,53€.

3.13.2 Custos de mão-de-obra relacionados com a conceção e fabrico do molde

Tabela 48 - Orçamento de operações

Operação	Estrutura		Macho		Cavidade		Movimentos		Postiços		Total	
	t (h)	V (€)	t (h)	V (€)	t (h)	V (€)	t (h)	V (€)	t (h)	V (€)	t (h)	V (€)
Erosão	0	0	16	520	26	845	176	5.280	0	0	218	6.645
Desbaste	0	0	38	1.710	32	1.440	0	0	0	0	70	3.150
Maquinação convencional	30	720	0	0	0	0	293	7.032	0	0	323	7.752
Projeto técnico	0	0	0	0	286	7.150	0	0	0	0	286	7.150
Polimento	0	0	32,5	487,5	52	780	198	2.970	0	0	282,5	4.237,5
Maquinação CNC	67,6	4.095	142,5	8.871,25	136,1	8481,25	10,4	650	0	0	374,6	23.177,5
Trabalho de bancada	42	630	130	1.950	110	1.650	340	5.100	0	0	628	9.420
Controlo dimensional	10	250	0	0	0	0	0	0	0	0	10	250
Realização de eléctrodos	0	0	10	450	10,4	468	86,4	3.888	0	0	106,8	4.806
Trabalho na mandriladora	0	0	74	2.368	57,5	1.840	100	3.200	0	0	231,5	7.408
Trabalho na retificadora	4	150	0	0	0	0	0	0	0	0	4	150
Trabalho na prensa	0	0	80	1.600	0	0	0	0	0	0	80	1.600
Acabamento	0	0	125	6.525	95	4.275	335	15.075	0	0	555	25.875
Preparação de trabalho	11	440	10,4	416	7,8	312	41,6	1.664	0	0	73,8	2.952
Torneamento-mecânico	20	480	0	0	0	0	15,6	374,4	0	0	35,6	854,4
Valor Total	184,6	6.765	658,4	24.897,75	812,8	27.241,25	1.596	45.233,40	0	0	3.278,8	105.427,40

Porém, além dos custos do orçamento das operações (Tabela 48), é necessário acrescentar o valor do orçamento de serviços (Tabela 49).

Tabela 49 - Orçamento de serviços

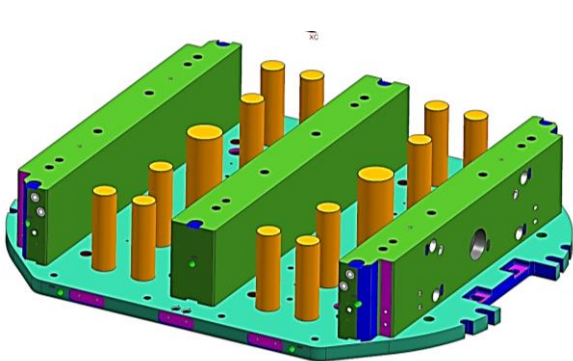
Serviços		
Tp. serviço	Descrição	Valor (€)
001	Ensaio	2.800,00
003	Tratamentos térmicos	4.400,68
004	Transporte de molde	1.500,00
012	Serviços adicionais	350,00
022	Foscado	500,00
027	Gravações a laser	300,00
Valor orçamentado:		9.850,68

O custo total orçamentado para o molde é o somatório dos custos das matérias-primas e acessórios (Tabela 47) com os custos das operações (Tabela 48) e serviços (Tabela 49). Desta forma, tem-se um orçamento que apresenta um custo total de 174.252,61€ para o molde.

3.14 Montagem do molde

O molde necessita ser montado seguindo uma sequência lógica, evitando assim custo e perdas de tempo indesejáveis. Seguidamente, apresenta-se a melhor sequência de montagem do molde IGM0705.

Tabela 50 - Montagem do molde IGM705

Montagem do molde	
Montagem dos calços e apoios na placa de encosto (lado móvel (rotativo)).	 <p>Figura 314 - Conjunto A</p>

Montagem de vários acessórios nas placas de extração.

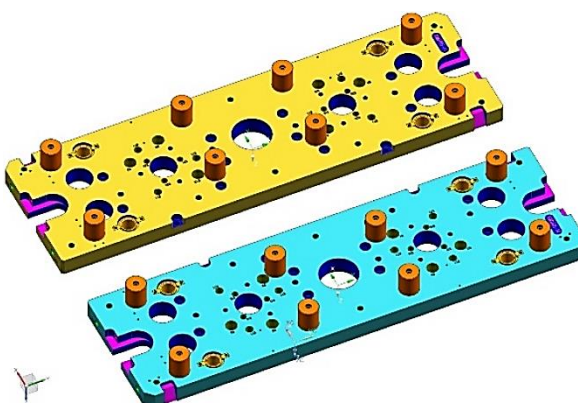


Figura 315 - Conjunto B

Montagem do conjunto B (Figura 315) no A (Figura 314), dando origem ao C (Figura 316).

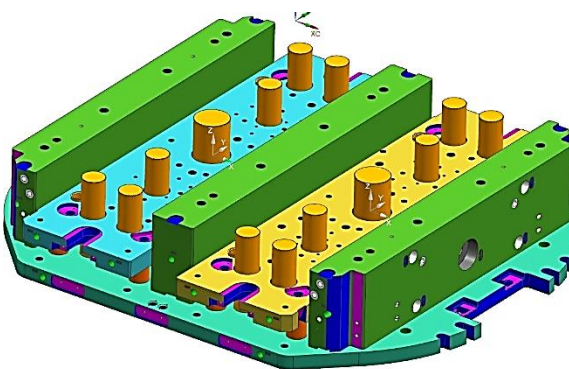


Figura 316 - Conjunto C

Montagem da placa porta-machos ao conjunto C (Figura 316), dando origem ao conjunto D.

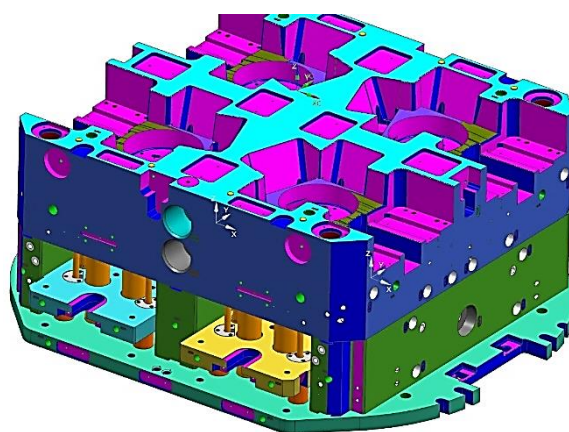


Figura 317 - Conjunto D

Montagem dos machos no conjunto D (Figura 317), dando origem ao conjunto E.

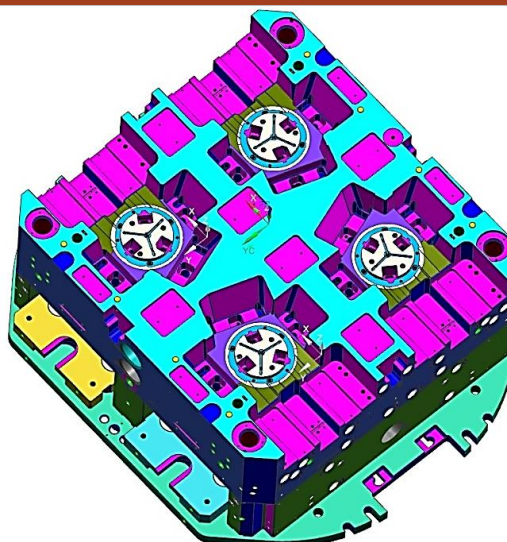


Figura 318 - Conjunto E

Montagem dos movimentos hidráulicos no conjunto E (Figura 318), dando origem ao conjunto F.

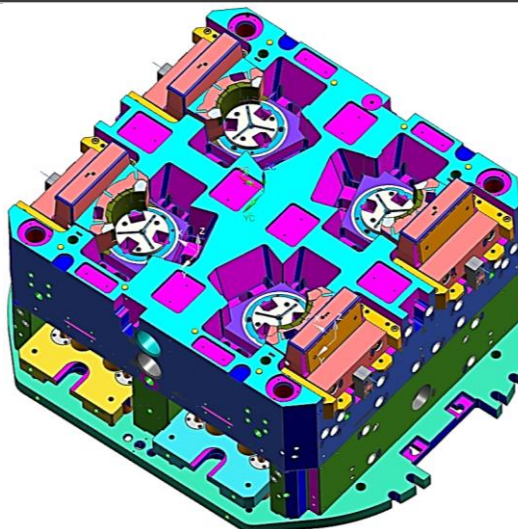


Figura 319 - Conjunto F

Montagem dos movimentos à extração no conjunto F (Figura 319), dando origem ao conjunto G.

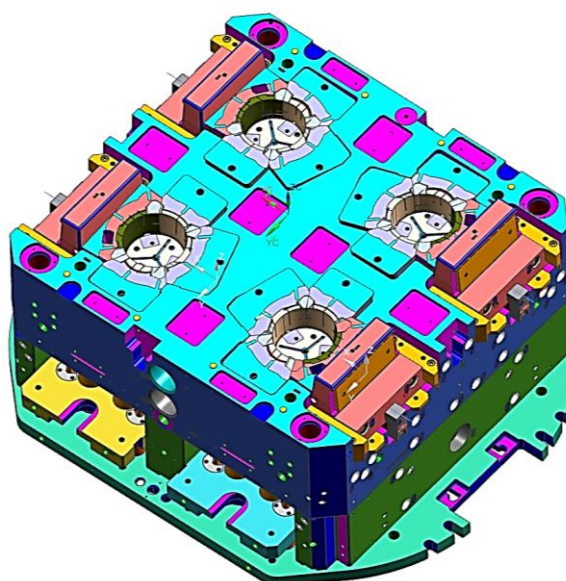


Figura 320 - Conjunto G

Desmontagem do subconjunto A do conjunto G (Figura 320), com o objetivo de montagens interiores.

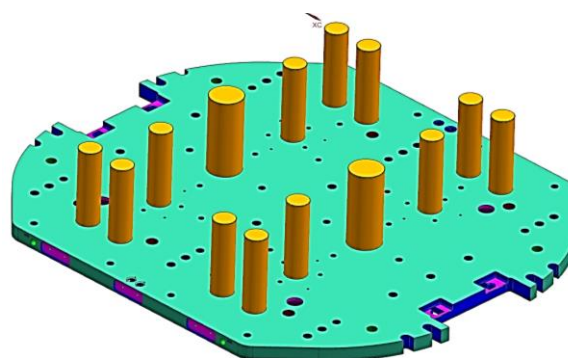


Figura 321 - Subconjunto A

Montagem de diversos acessórios no subconjunto G, como por exemplo, extratores, pernos de retorno e ligação das mangueiras dos circuitos de refrigeração dos movimentos à extração.

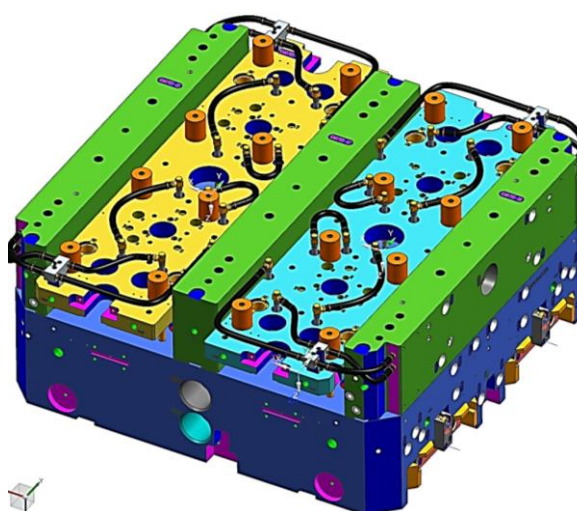


Figura 322 - Subconjunto G

Montagem do subconjunto A (Figura 321) no subconjunto G (Figura 322) e todos os respetivos acessórios e periféricos, dando origem ao conjunto H, o qual corresponde ao lado móvel (rotativo) final.

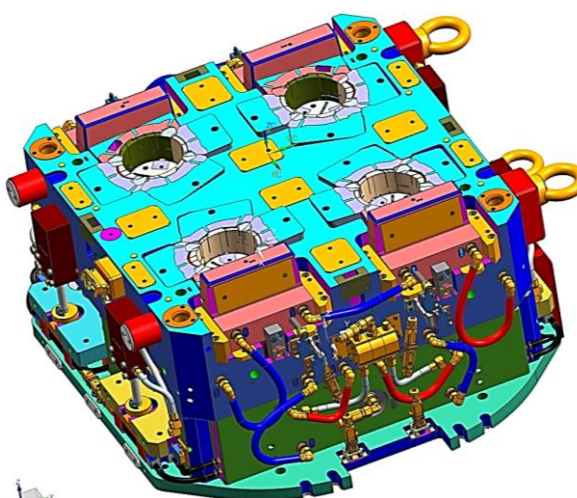


Figura 323 - Conjunto H

Início da montagem do lado fixo;
Montagem das guias principais na placa porta-cavidades, dando origem ao conjunto I.

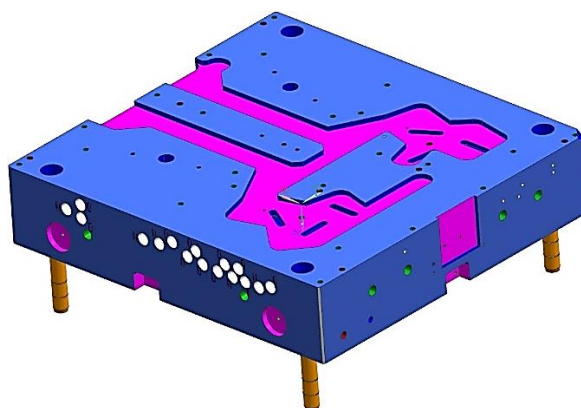


Figura 324 - Conjunto I

Montagem das placas dos sistemas de injeção no conjunto I (Figura 324), dando origem ao conjunto J.

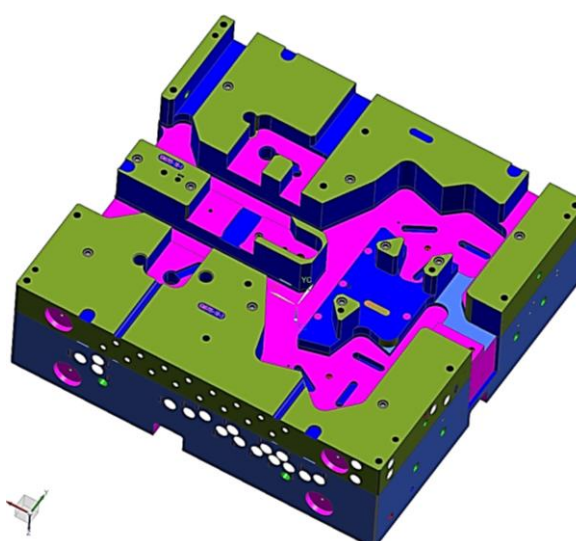


Figura 325 - Conjunto J

Montagem dos sistemas de injeção no conjunto J (Figura 325), dando origem ao conjunto K.

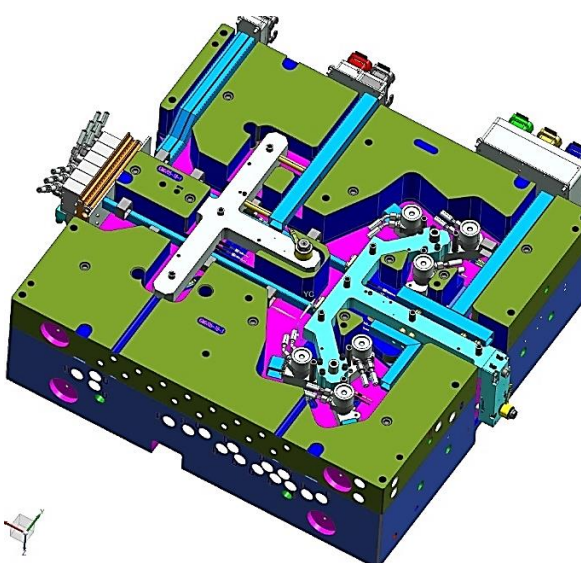


Figura 326 - Conjunto K

Montagem da placa de encosto do lado fixo no conjunto K (Figura 326), dando origem ao conjunto L.

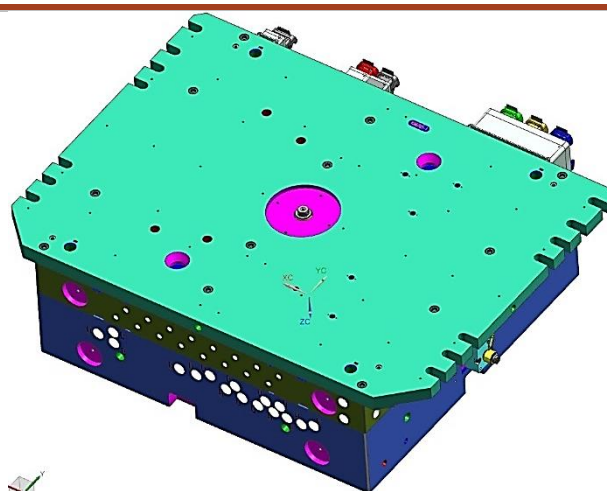


Figura 327 - Conjunto L

Montagem das placas de isolamento e anilha de centragem no conjunto L (Figura 327), dando origem ao conjunto M.

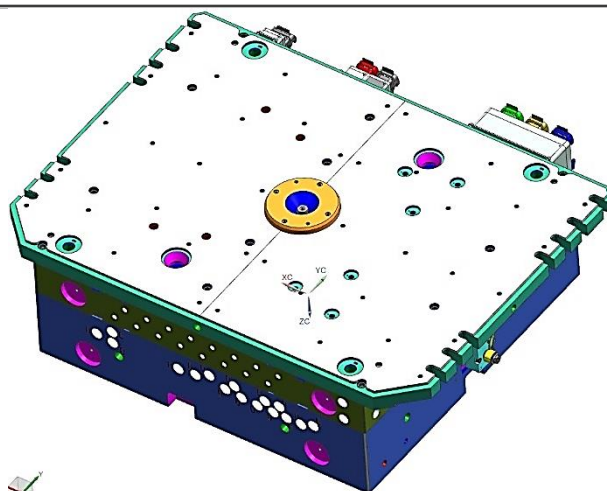


Figura 328 - Conjunto M

Conjunto M (Figura 328), visto pelo lado da frente, onde serão montadas as cavidades.

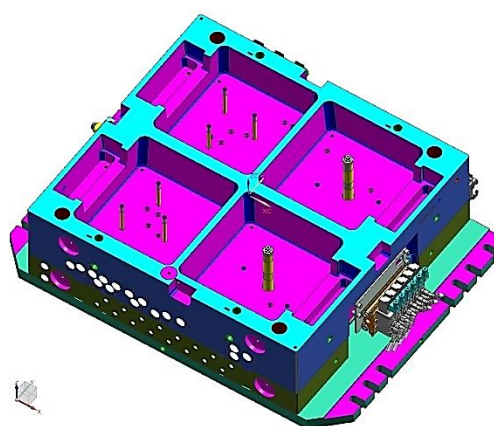


Figura 329 - Conjunto M, rodado 180°

Montagem das cunhas e das cavidades do PP no conjunto M (Figura 329).

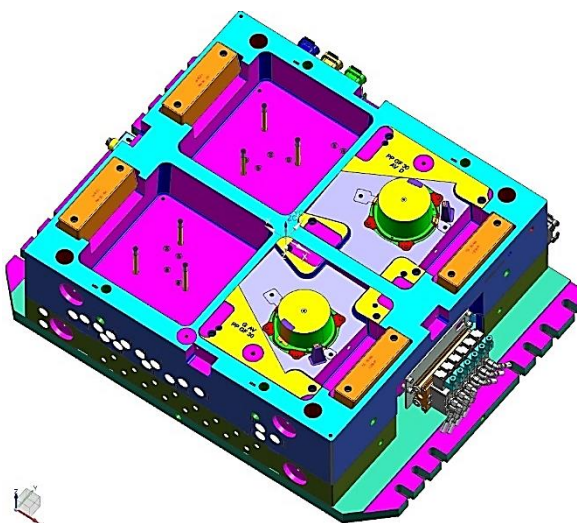


Figura 330 - Conjunto N

Nesta fase, é necessário montar as cavidades do EPDM, constituídas por três acessórios cada uma. Só depois se colocam no conjunto N (Figura 330).

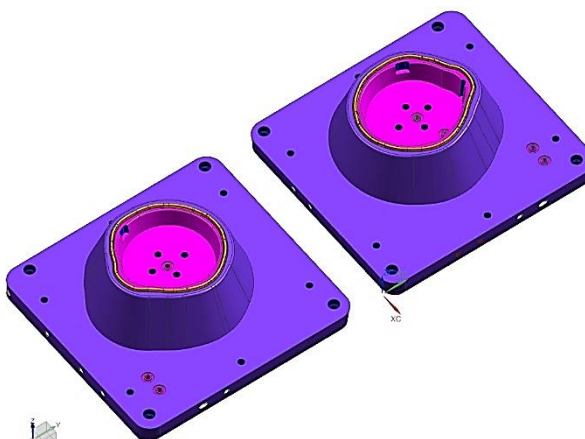


Figura 331 - Subconjunto O1

Montagem dos postiços no subconjunto O1 (Figura 331), dando origem ao subconjunto O2.

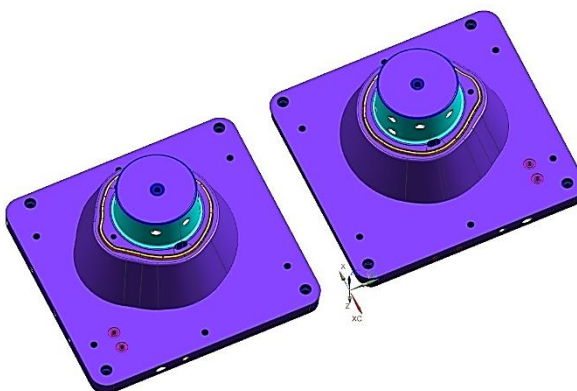


Figura 332 - Subconjunto O2

Conclusão da montagem das cavidades do EPDM, dando origem ao conjunto O.

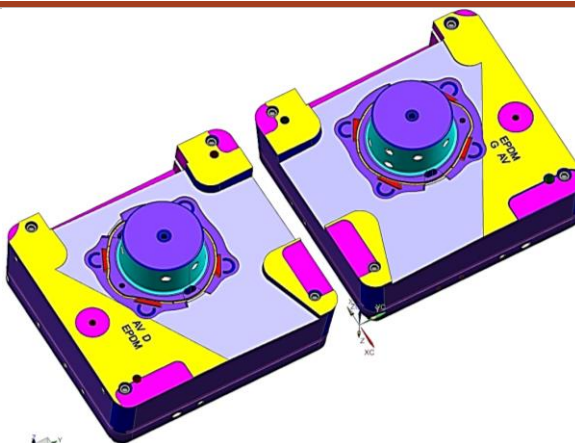


Figura 333 - Conjunto O

Montagem do conjunto O (Figura 333) no conjunto N (Figura 330), dando origem ao conjunto P.

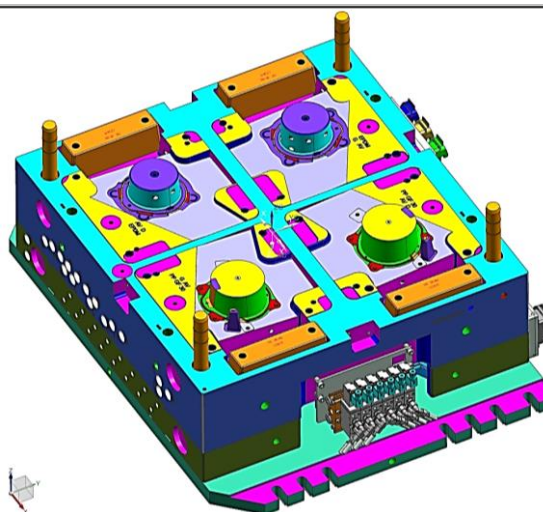


Figura 334 - Conjunto P

Montagem de todos os respetivos acessórios e periféricos, dando origem ao conjunto Q, o qual corresponde ao lado fixo final.

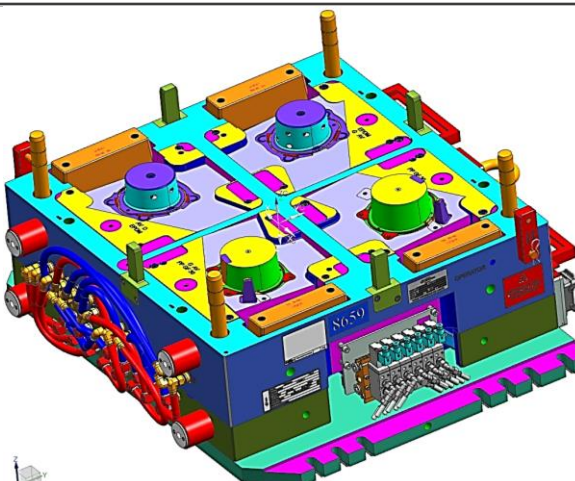


Figura 335 - Conjunto Q

Montagem do conjunto H, lado móvel (Figura 323) com o conjunto Q, lado fixo (Figura 335).

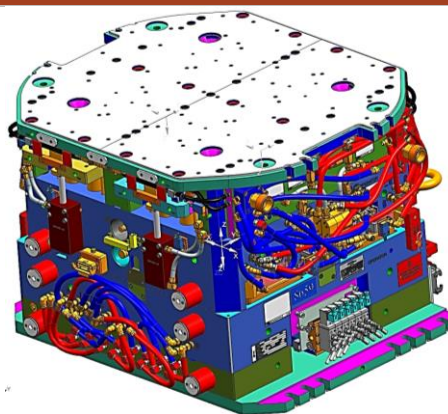


Figura 336 - Conjunto R - Montagem do molde final

3.14.1 Içamento do molde

Para uma execução correta do içamento por forma a manter o lado da cavidade, lado do macho ou o molde completo equilibrados durante o transporte, é necessário determinar a massa e o centro de gravidade do que se pretende transportar. Aproveitando as ferramentas do *Unigraphics NX (software)*, pode-se calcular o referido anteriormente.

3.14.1.1 Içamento equilibrado do lado da cavidade

Na Figura 337 pode-se verificar o cálculo executado com o *software* para o lado da cavidade:

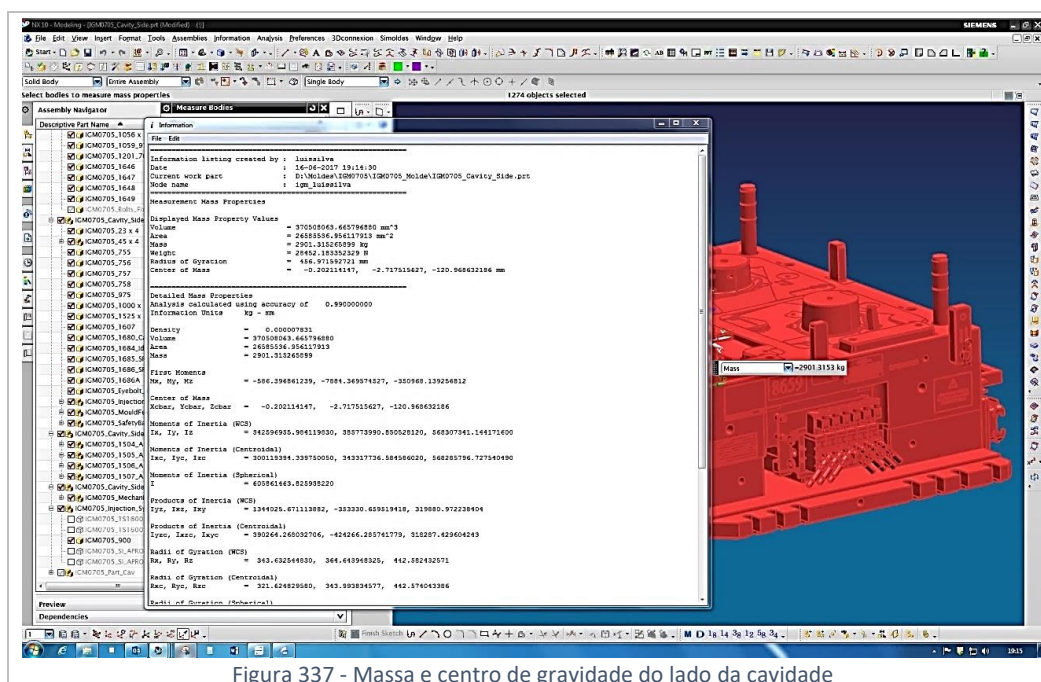
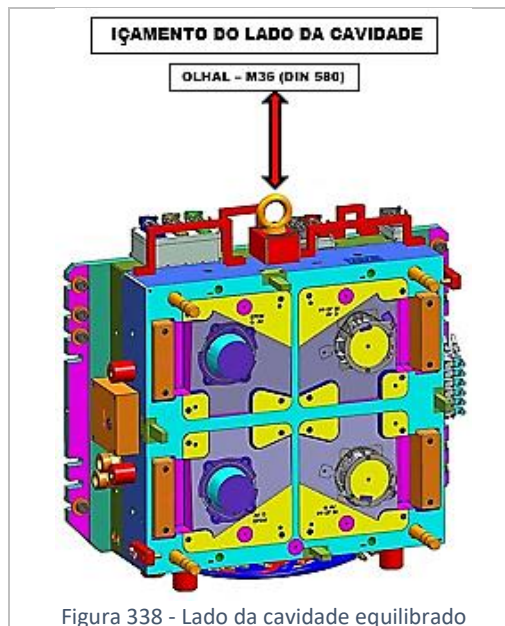


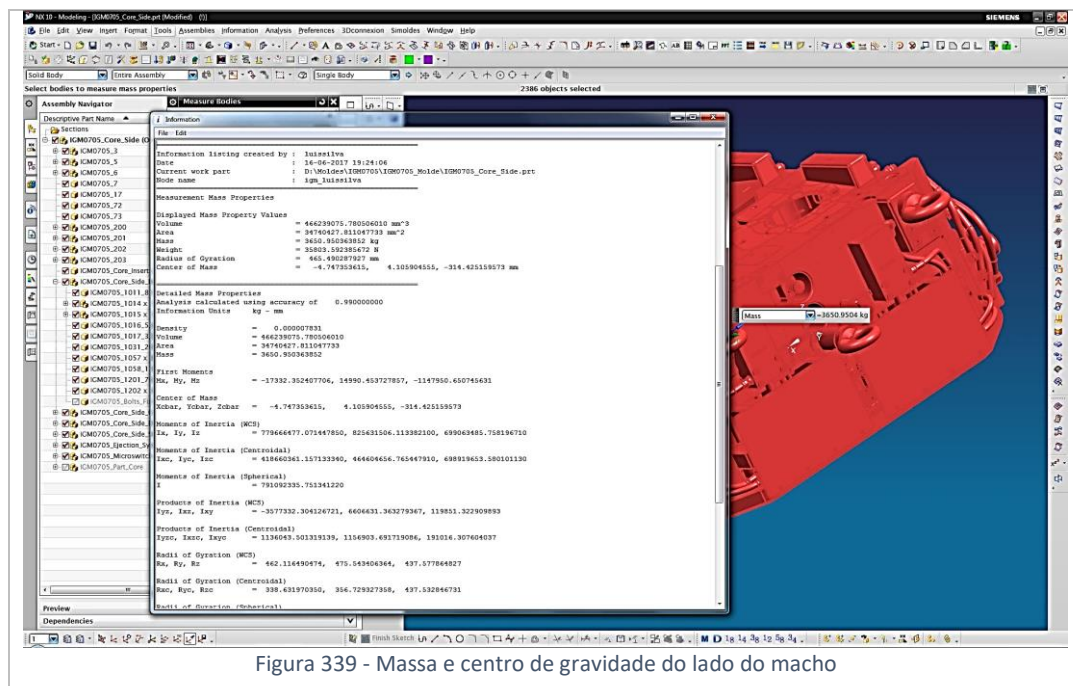
Figura 337 - Massa e centro de gravidade do lado da cavidade

Pode-se concluir que a massa é de 2901,32 kg e o centro de gravidade, segundo a orientação dos vetores, é de $Z=-120,97$ mm. Desta forma, o olhal M36 é adequado (Anexo 6.12) para o transporte do lado da cavidade (Figura 338).



3.14.1.2 Içamento equilibrado do lado do macho

Na Figura 339 pode-se verificar o cálculo executado com o *software* para o lado do macho:



Pode-se concluir que a massa é de 3650,95 kg e o centro de gravidade, segundo a orientação dos vetores, é de $Z=-343,43$ mm. Desta forma, o olhal M36 é adequado (ver anexos) para o transporte do lado do macho (Figura 340).

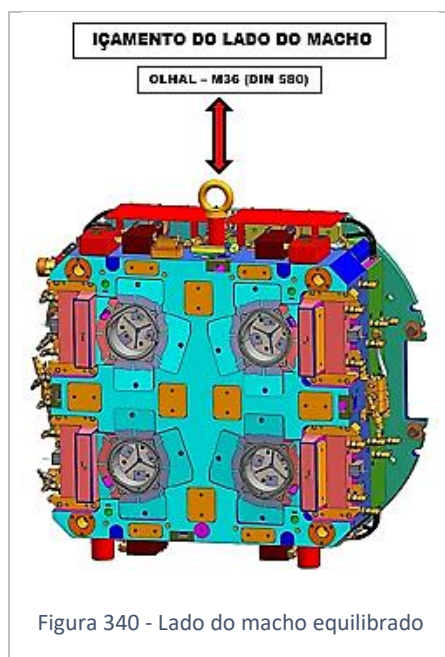


Figura 340 - Lado do macho equilibrado

3.14.1.3 Içamento equilibrado do molde

Na Figura 341 pode-se verificar o cálculo executado com o *software* para a totalidade do molde:

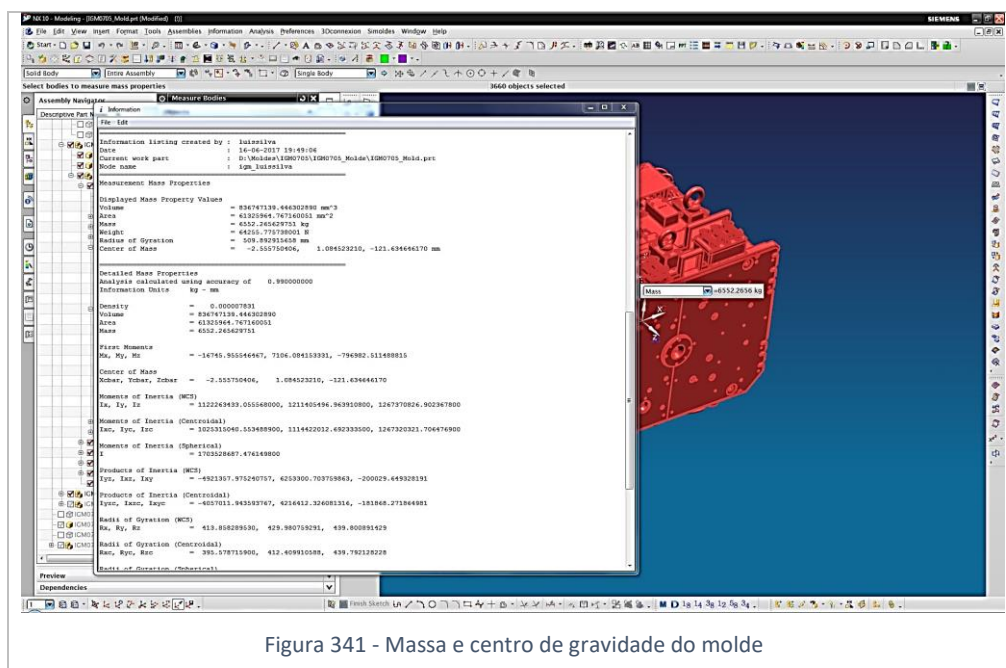
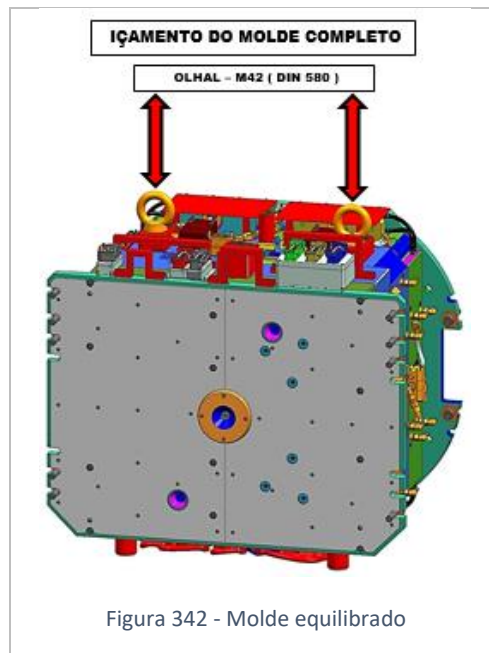


Figura 341 - Massa e centro de gravidade do molde

Pode-se concluir, em relação ao molde na sua totalidade, que a massa é de 6552,27 kg e o centro de gravidade, segundo a orientação dos vetores, é de $Z=-121,63$ mm. Desta forma, dois olhal M42 são adequados para o transporte do molde completo (Figura 342).



No içamento, manuseamento e transporte do molde completo, ao contrário dos lados da cavidade e do macho, são necessários dois olhais de içamento, visto que o molde tem na totalidade, uma massa superior aos 4000 kg.

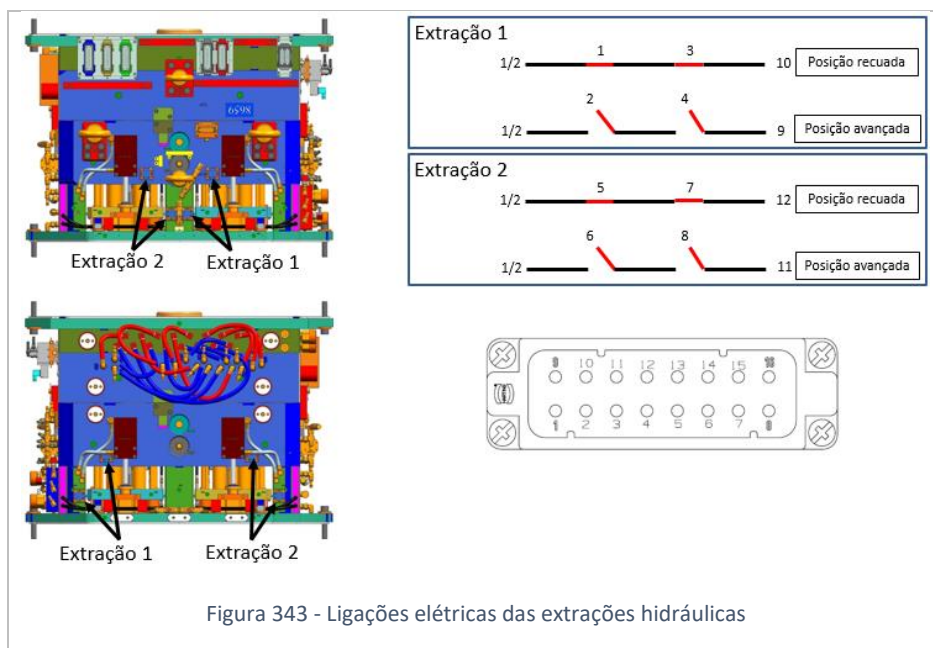
Foram usados dois olhais M42 para este molde, contudo, pode ser visualizado no anexo (6.12) desta dissertação a correspondência entre massa/olhal adequado.

3.15 Esquemas elétricos do molde

O molde possui caixas e fichas elétricas para que exista uma sequência lógica no funcionamento do molde, fazendo com que os elementos elétricos atuem respeitando a cinemática estudada.

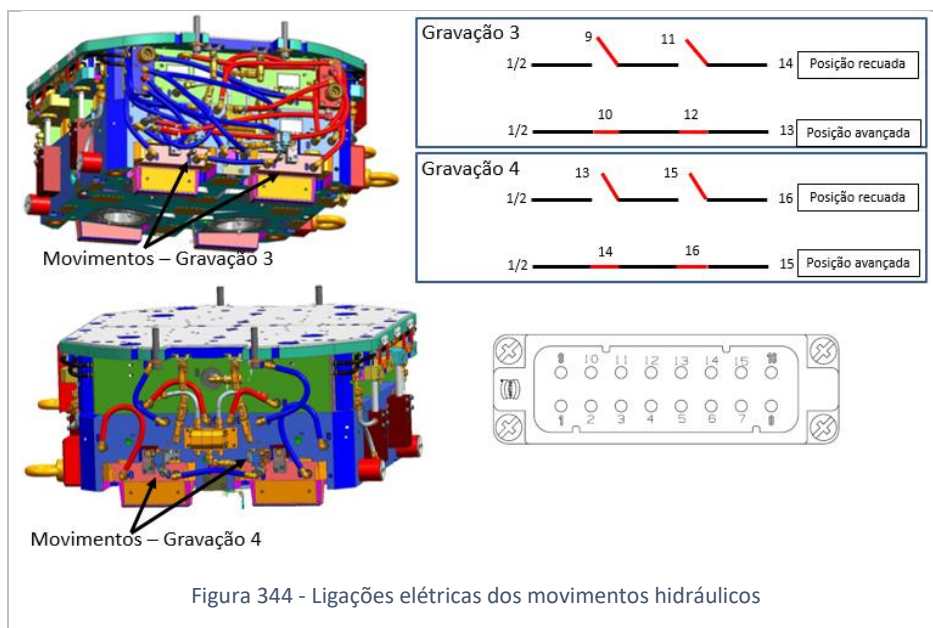
3.15.1 Esquema elétrico da segurança da extração

O esquema abaixo (Figura 343) mostra as ligações que o eletricitista terá de executar para que as duas extrações do molde estejam em segurança.



3.15.2 Esquema elétrico da segurança dos movimentos hidráulicos

O esquema abaixo (Figura 344) mostra as ligações que o eletricitista terá de executar para que os dois movimentos hidráulicos correspondentes a cada extração do molde, estejam em segurança.



3.16 Ensaio do molde

O primeiro ensaio foi bastante positivo, foram enviadas o número de peças estabelecidas para o cliente. Após receção e análise, o cliente decidiu criar uma alteração à peça otimizando a mesma a nível funcional, ou seja, uma CAC, Controlo de Alterações de Cliente.

Internamente, esta alteração foi registada como CAC01 e orçamentada em 27.000,00 € (margem bastante lucrativa para a empresa). Como se pode verificar no anexo 6.1 a alteração implicou maquinaria em dezasseis movimentos à extração (exteriores à peça) e nos quatro movimentos hidráulicos, solda e maquinaria nos dois postiços e duas cavidades do EPDM e nas duas cavidades do PP. Foram ainda necessárias duas cavidades novas para o EPDM. Obteve-se ainda a indicação para executar meia-cana nos extratores dos canais para garantir a prisão da peça após a extração (desta forma o robô atua sem que as peças caiam).

O segundo ensaio, tal como o anterior, obteve o mesmo sucesso, foram enviadas o número de peças estabelecidas para o cliente. Após receção e análise o cliente decidiu criar outra alteração à peça, desta vez a otimização foi nos cliques e no posicionador, garantindo assim um encaixe correto e excecional no veículo.

Desta forma, foi executado na IGM o registo da CAC02 (anexos 6.2), orçamentada em 16.000.00 € (mais uma margem de lucro acima da média), a alteração consistiu em maquinar os quatro movimentos dos cliques, assim como os dois postiços dos posicionadores.

Ao terceiro ensaio com a presença do cliente obteve-se o OK para expedição do molde.

4 CONCLUSÕES

O segredo do sucesso deste trabalho teve origem no pedido ao cliente para a alteração de vetores, sendo possível substituir a ideia de quatro movimentos hidráulicos por peça, ficando reduzido a apenas um, em conjunto com três movimentos à extração, na parte exterior de cada peça. Com isto, conseguiu-se uma redução significativa de custos.

Este tipo de molde, ao injetar plástico e posteriormente borracha, apresenta uma tecnologia recente no fabrico de peças na indústria automóvel, o que implicou um estudo profundo da peça/desenho preliminar. Desta forma, desempenhou-se o estudo da peça recebida, execução de um desenho 3D preliminar, elaboração e modelação dos mecanismos necessários e, por fim, o desenho final completo, abarcando todas as especificidades.

As CAC's conferiram à peça a funcionalidade e qualidade desejada pelo cliente.

A fase de projeto exigiu extremos cuidados na tomada de decisões, atendendo a que todas as alterações dão origem a custos, e podem fazer vacilar a satisfação do cliente. De salientar que, no decorrer do projeto analisado, foram adotados os melhores processos de fabrico, garantindo desta forma a qualidade exigida pelo cliente.

A execução de um molde rotativo de bi-matéria, foi um desafio muito interessante e bem conseguido, quer em termos de prazo como de contorno das dificuldades, dado à complexidade geométrica das peças.

O sucesso dos resultados obtidos foram sem dúvida o espelho da satisfação do cliente, tudo derivado às corretas decisões nos tempos certos.

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Bibliografia

Ashby, M. F. (2011). Materials Selection in Mechanical Design (4ª ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann. ISBN 978-1-85617-663-7.

Campo, E. A. (2006). The Complete Part Design Handbook (1ª ed.). Ohio: Hanser Gardner. ISBN-13:978-1-56990-375-9; ISBN-10:1-56990-375-1.

CENTIMFE. (2003). Manual do Projetista para Moldes de Injeção de Plástico. Marinha Grande.

Cruz, S. d. (2002). Moldes de Injeção Termoplásticos. Hemus. ISBN 9788528903119.

Davidson, J. K. (2005). Models for Computer Aided Tolerancing in Design and Manufacturing. Springer. ISBN 978-1-4020-5438-9.

Drobny, J. G. (2007). Handbook of Thermoplastic Elastomers. Norwich, NY: PDL - Plastics Design Library. ISBN 978-0-8155-1549-4.

Dubois, J. H. (2013). Plastics Mold Engineering Handbook (4ª ed.). Springer-Verlag: New York Inc. ISBN 978-1-4684-6580-8.

Gingery, V. R. (1997). The Secrets of Building a Plastic Injection Molding Machine. (1ª ed.). ISBN 1-878087-19-3.

Glanvill, A. B., & Denton, E. N. (1970). Moldes de Injeção - Princípios e Projetos Básicos. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

Goodship, V. (2004). Practical Guide to Injection Moulding. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK: Rapra Technology Limited and Arbug Limited. ISBN 1-85957-444-0.

Grupo Simoldes. (2015). Manual de Acolhimento do Grupo Simoldes. Um Pouco da História do Grupo Simoldes.

Grupo Simoldes - Tool Division. (2016). Caderno Técnico.

Grupo Simoldes Plastic Division. (2016). Caderno de Encargos de Moldes. Moldes Bi-Injeção.

Harada, J. (2004). Moldes para Injecção de Termoplásticos - Projetos e Princípios Básicos (1ªed.). São Paulo: Artliber. ISBN 8588098180.

Kutz, M. (2011). Applied Plastics Engineering Handbook (1ªed.). William Andrew Publishing. ISBN 978-1-4377-3514-7.

Manrich, S. (2005). Processamento de Termoplásticos: Rosca Única, Extrusão & Matrizes, Injeção & Moldes. São Paulo: Artliber Editora. ISBN 8588098305.

Mittal, V. (2011). High Performance Polymers and Engineering Plastics. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: Scrivener Publishing LLC. ISBN 978-1-118-01669-5.

Moura, M. F., Morais, A. B., & Magalhães, A. G. (2005). Materiais Compósitos - Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico (2ª ed.). Porto: Publindústria, Edições Técnicas. ISBN 978-972-8953-00-3.

Neto, H. (2014). Um Olhar Sobre a Indústria de Moldes (1ª ed.). Lisboa: Gradiva. ISBN 978-989-616-607-6.

Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2011). Design and Simulation-Based Optimization of Cooling Channels for Plastic Injection Mold.

Rosato, D. V., Rosato, M. G., & Rosato, D. V. (2012). Injection Molding Handbook. Springer-Verlag: New York Inc. ISBN 9781461370772.

Silva, S. L. (2009). Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Smith, W. F. (1998). Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais (3ª ed.). Lisboa: McGraw-Hill. ISBN 9728298684.

Soares, P. (2009). AÇOS - Características, Tratamentos (6ª ed.). Porto: Publindústria. ISBN 978-989-20-1797-6.

Xu, J. (2011). Microcellular Injection Molding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. ISBN 978-0-470-46612-4.

5.2 Outras fontes de informação

Balluff. (2017). Produtos e serviços. Obtido de Balluff Controles Elétricos Ltda: <http://www.balluff.com/local/br/home/#/services/s2-2> [Online, consultado em 07 de Janeiro de 2017].

Cumsa. (2017). Innovative Solutions for Your Molds. Obtido de CUMSA - Innovative Solutions for Your Molds: <https://www.cumsa.com/> [Online, consultado em 03 de Janeiro de 2017].

DME. (2017). Moldes e Componentes. Obtido de Início • DME Europe: <http://www.dmeeu.com/pt/produtos/d/index/moldes-e-componentes> [Online, consultado em 14 de Janeiro de 2017].

Harting. (2017). Pushing Performance. Obtido de Harting Iberia • <http://www.harting.es/pt/conectores/> [Online, consultado em 14 de Janeiro de 2017].

Hasco. (2017). Enabling with System. Obtido de HASCO Portal | Homepage: <https://www.hasco.com/hasco/pt/> [Online, consultado em 28 de Janeiro de 2017].

HPS. (2017). Design e fabricação de CILINDROS E CONECTORES. Obtido de HPS Portugal: Início: <http://www.hps-portugal.com/gamstand.html> [Online, consultado em 04 de Fevereiro de 2017].

i-mold. (2017). MOLDING INNOVATIONS MADE BY I-MOLD. Obtido de <http://www.i-mold.de/en/> [Online, consultado em 04 de Fevereiro de 2017].

Marques, L. (2017). Universidade de Évora • Departamento e Centro de Química. Retrieved from Química para todos: <http://www.videos.uevora.pt/oquesaopolimeros.pdf> [Online, consultado em 18 de Agosto de 2017].

MatWeb. (2016). Santoprene® 121-75M100 Thermoplastic Elastomer. Obtido de Datasheet: <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=a3ddfe6f129d44b7955bd22736bb8822> [Online, consultado em 22 de Agosto de 2016].

Meusburger. (2017). Standard parts for Die and Mould making. Obtido de <http://www.meusburger.com/pt.html>
Mittal, V. (2011). High Performance Polymers and Engineering Plastics. John Wiley & Sons Inc. [Online, consultado em 11 de Fevereiro de 2017].

Mold-Tech. (2017). Services Overview. Obtido de <http://www.mold-tech.com/services/overview.php> [Online, consultado em 10 de Março de 2017].

Parker. (2017). FITTINGS. Obtido de <http://ph.parker.com/pt/pt/fittings> [Online, consultado em 25 de Fevereiro de 2017].

Rabourdin. (2017). RABOURDIN - Vous créez le monde, nous en créons les pièces. Obtido de <https://www.rabourdin.fr/> [Online, consultado em 08 de Janeiro de 2017].

Reinert, A. F. (2017). Moldes Injeção Plásticos. Obtido de Revista Ferramental: <http://moldesinjecao plasticos.com.br/estudo-da-fase-de-recalque-no-processamento-por-injecao-de-polimeros-termoplasticos/> [Online, consultado em 20 de Agosto de 2017].

RESINEX Group. (2017). Distribution of Plastics & Elastomers. Retrieved from Resinex: <http://www.resinex.pt/tipos-de-polimeros/tpe.html> [Online, consultado em 18 de Agosto de 2017].

Sandretto. (2015). Cálculo da força de fechamento (Escolha da máquina). Obtido de <http://www.sandretto.com.br/site/estudos/Notasdelnjecao-CalculodeForcadeFechamento2010.pdf>. [Online, consultado em 22 de Novembro de 2015].

Sankyo. (2017). Standard Components for Plastic Moulds. Obtido de Online catalog & Download - SANKYO OILLESS English: http://english.sankyo-oilless.com/download/ej_04#p01 [Online, consultado em 08 de Janeiro de 2017].

Staubli. (2017). Fast Moving Technology. Obtido de <http://www.staubli.com/en/connectors/quick-couplings/cooling-line-coupling/rpl-full-flow/> [Online, consultado em 08 de Janeiro de 2017].

Synventive. (2017). Products. Obtido de Hot Runner Systems - Component Overview: <http://www.synventive.com/> [Online, consultado em 01 de Janeiro de 2017].

Tudo sobre Plásticos. (2016). MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS. Obtido de <http://www.tudosobreplasticos.com/moldes/moldes.asp> [Online, consultado em 24 de Dezembro de 2016].

5.3 Artigos em revistas internacionais

FINGER, S., & DIXON, J. R. (1989). A Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part I: Descriptive, Prescriptive, and Computer-Based Models of Design Processes. *Res Eng Des*, Volume 1:51-67.

KEVREKIDIS, I. G., GEAR, C., & HUMMER, G. (2004). Equation-Free: The Computer-Aided Analysis of Complex Multiscale Systems. *AIChE Journal*, Volume 50:1346-1355, número 7.

Kalay, G., & Bevis, M. G. (1997). Processing and Physical Property Relationships in Injection-Molded Isotactic Polypropylene. *Journal of Polymer Science*, Volume 35:241-263.

ANEXOS

6.1 CAC01

6.2 CAC02

6.3 Gravações

6.4 Orçamento fabril

6.5 FTM

6.6 FEM

6.7 Documentos utilizados no pedido do sistema de injeção

6.8 Revisão do projeto preliminar

6.9 Revisão do projeto funcional

6.10 Temperatura de processamento dos materiais

6.11 Guias principais do molde

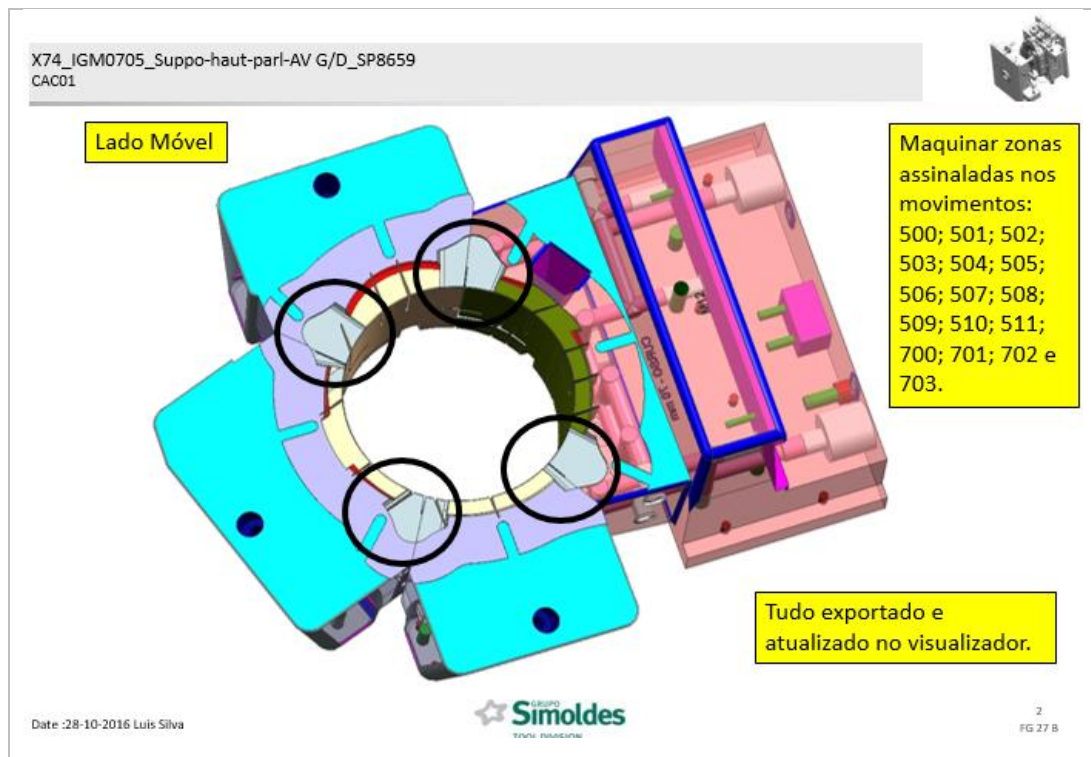
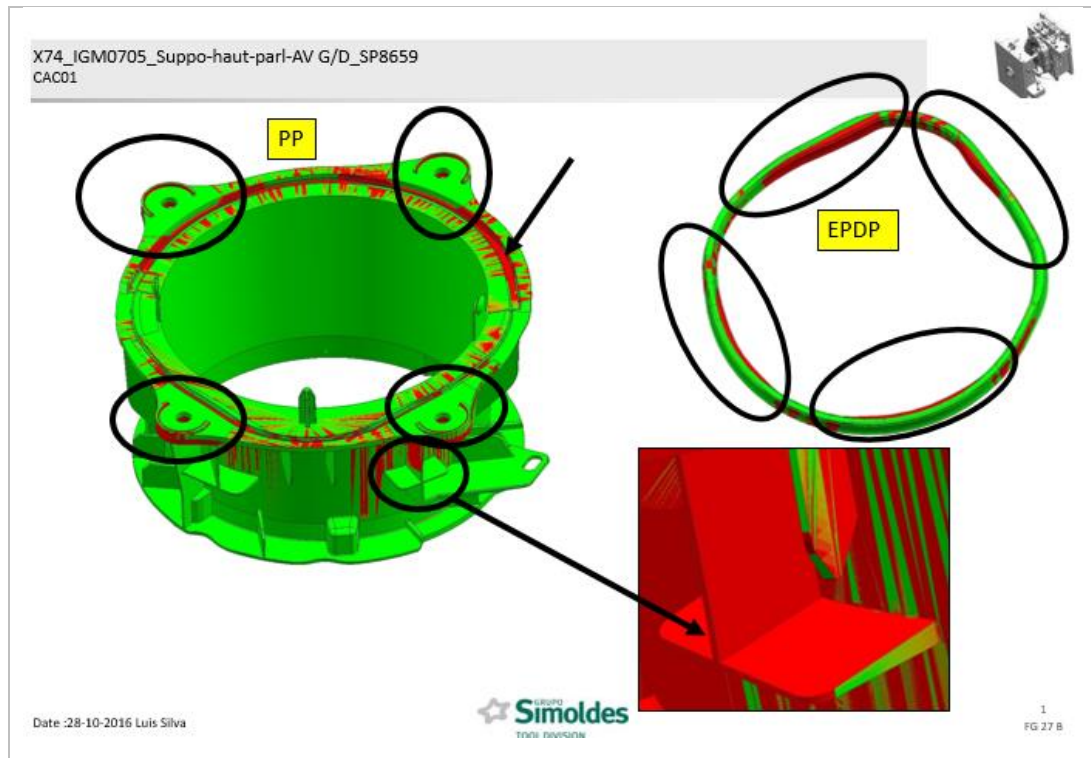
6.12 Massa vs Olhais de içamento

6.13 Aços

6.14 Lista de materiais

6 ANEXOS

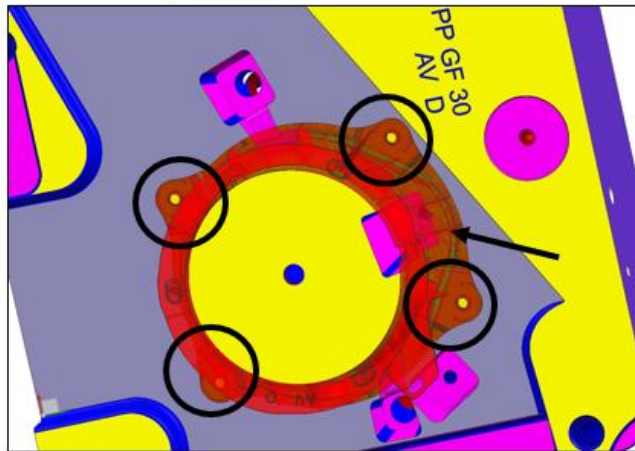
6.1 CAC01



X74_IGM0705_Suppo-haut-parl-AV G/D_SP8659
CAC01



Lado Fixo - PP



Necessita de solda nas zonas indicadas com círculos, visto ficar com vazios e posteriormente maquinação. A seta indica que o alojamento do EPDM necessita de solda e maquinação.

Date :28-10-2016 Luis Silva

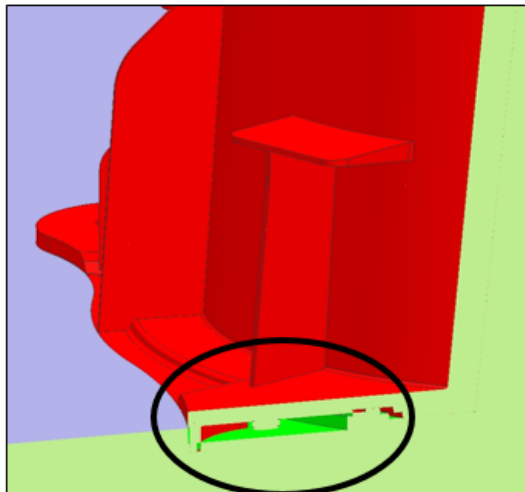
Simoldes
TOOL DIVISION

3
FG 27 B

X74_IGM0705_Suppo-haut-parl-AV G/D_SP8659
CAC01



Lado Fixo - PP

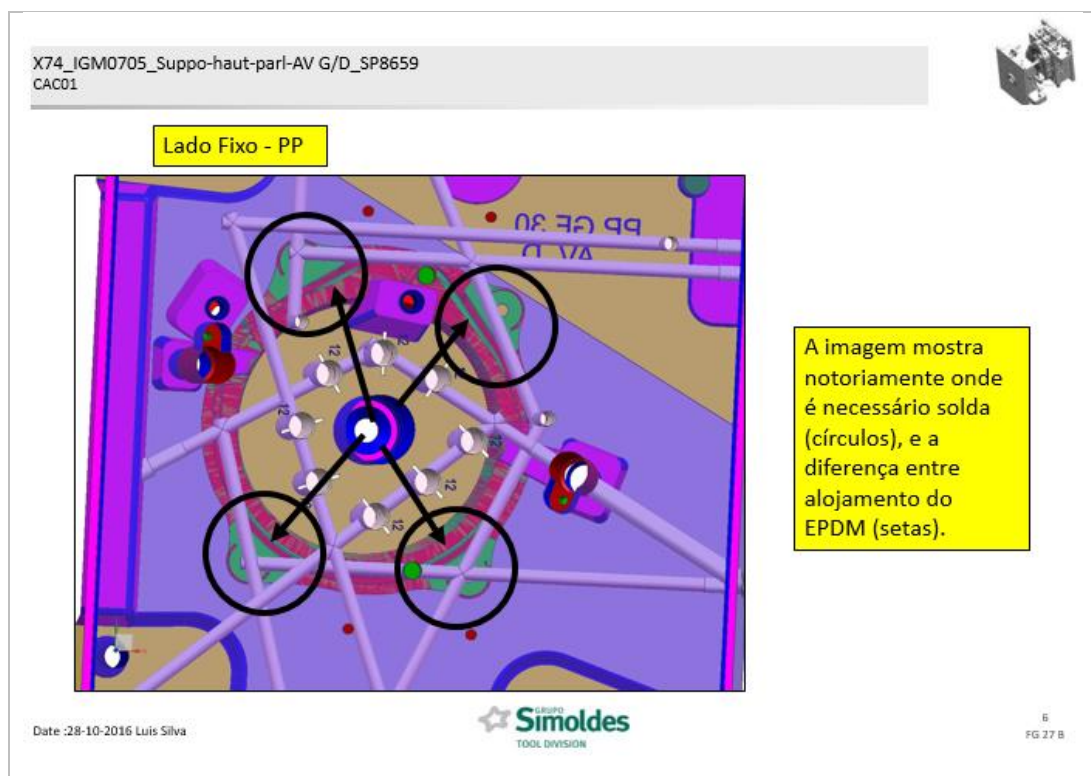
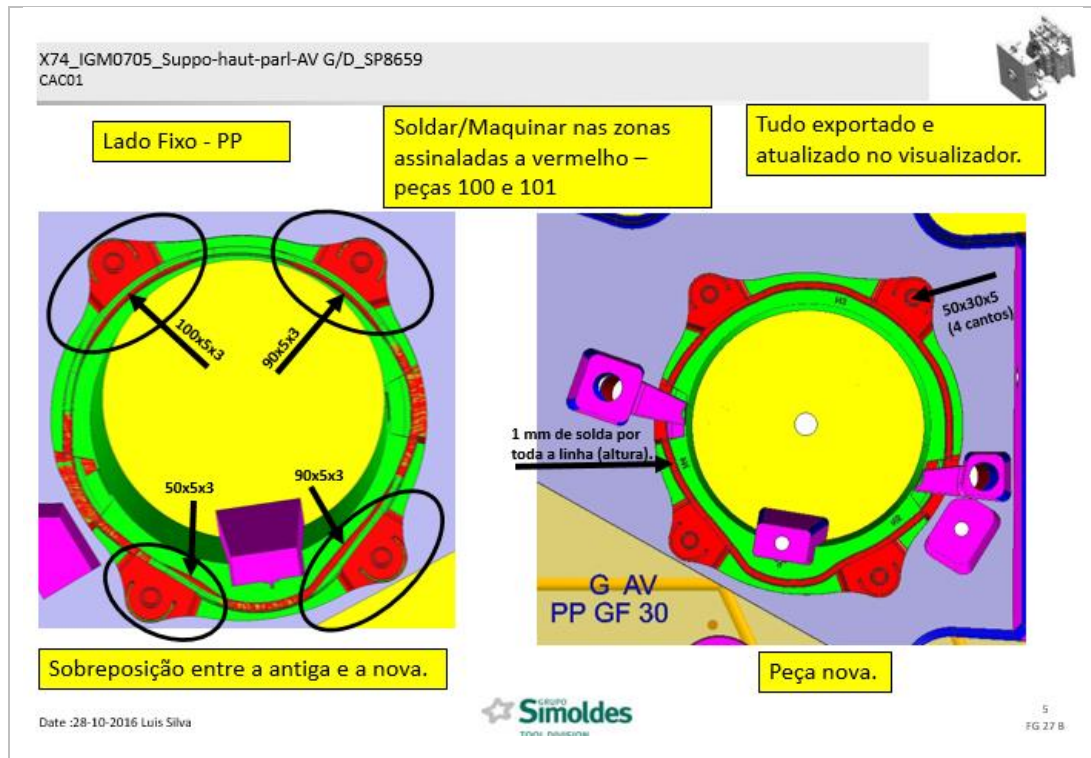


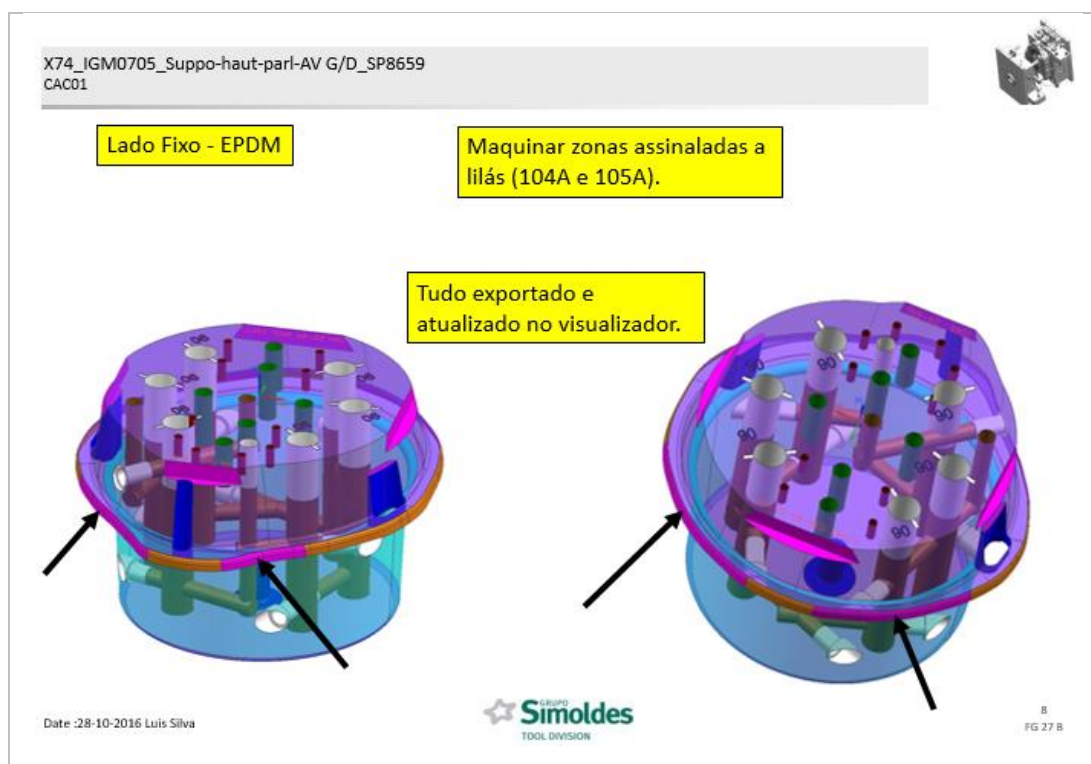
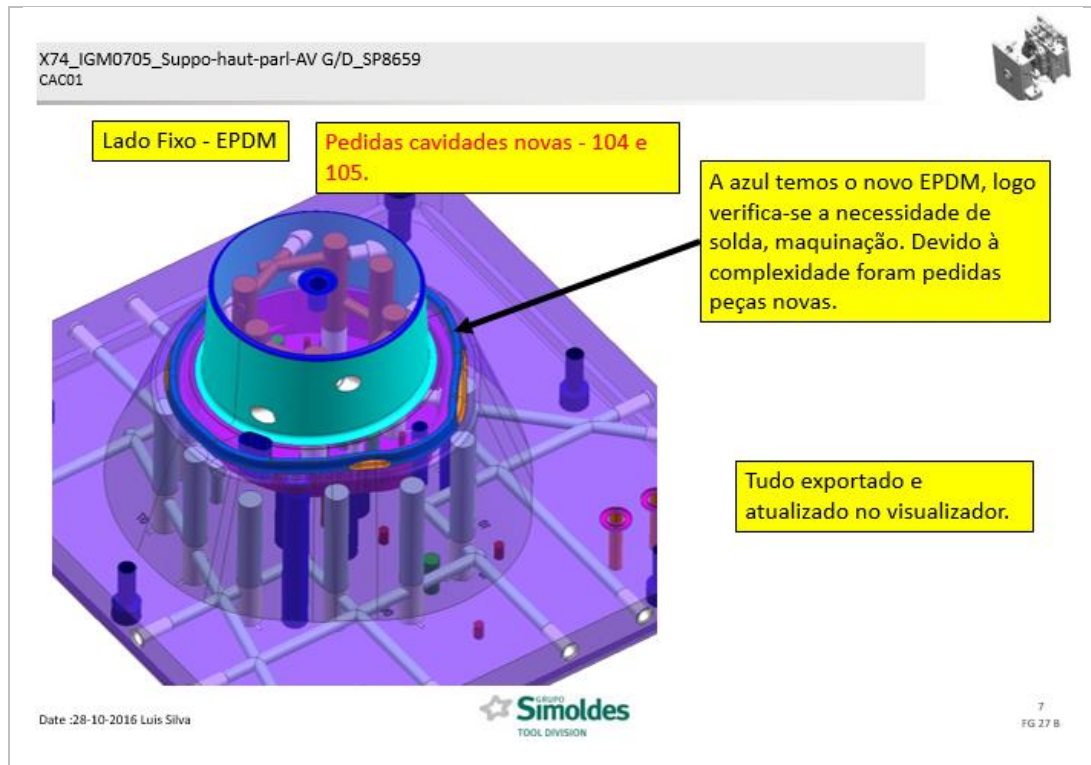
A zona indicada é uma das quatro, onde ficaremos com vazios. (Necessidade de solda). Ver próximos slides.

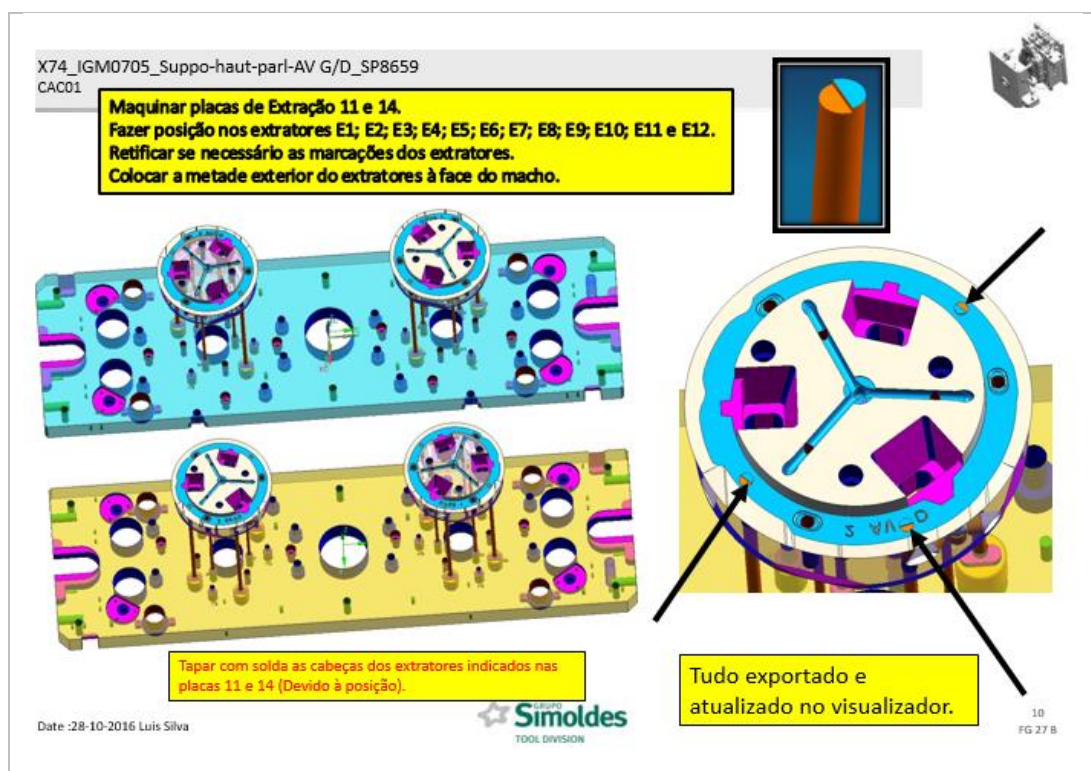
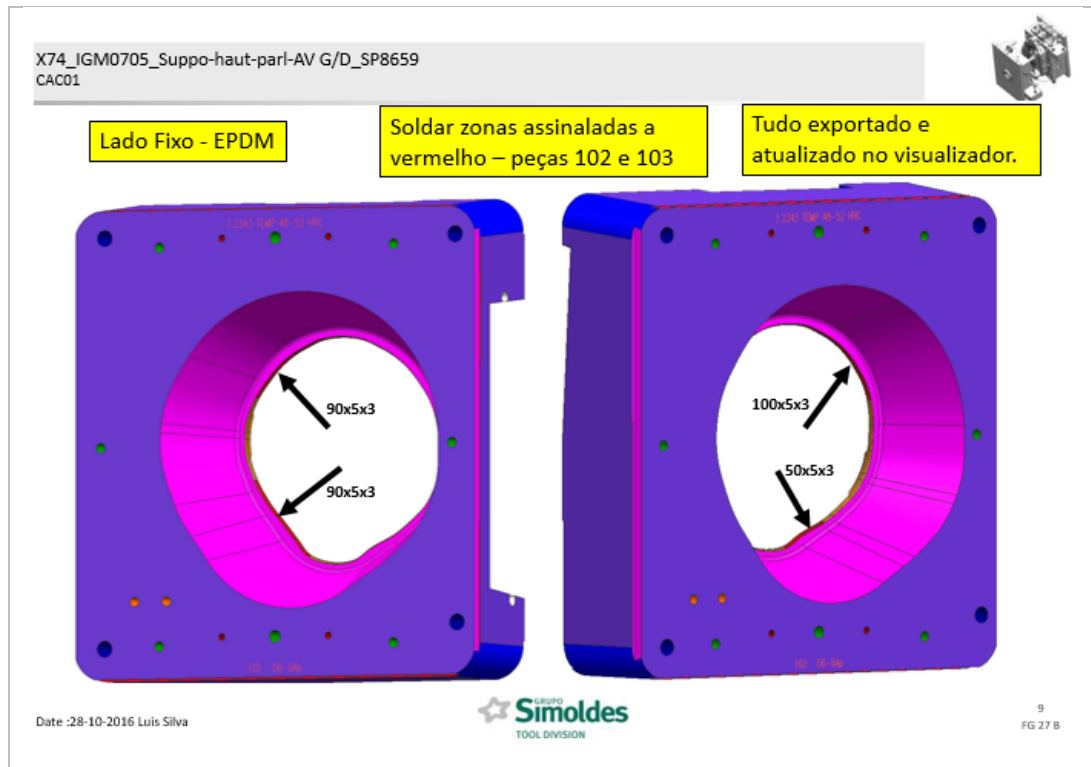
Date :28-10-2016 Luis Silva

Simoldes
TOOL DIVISION

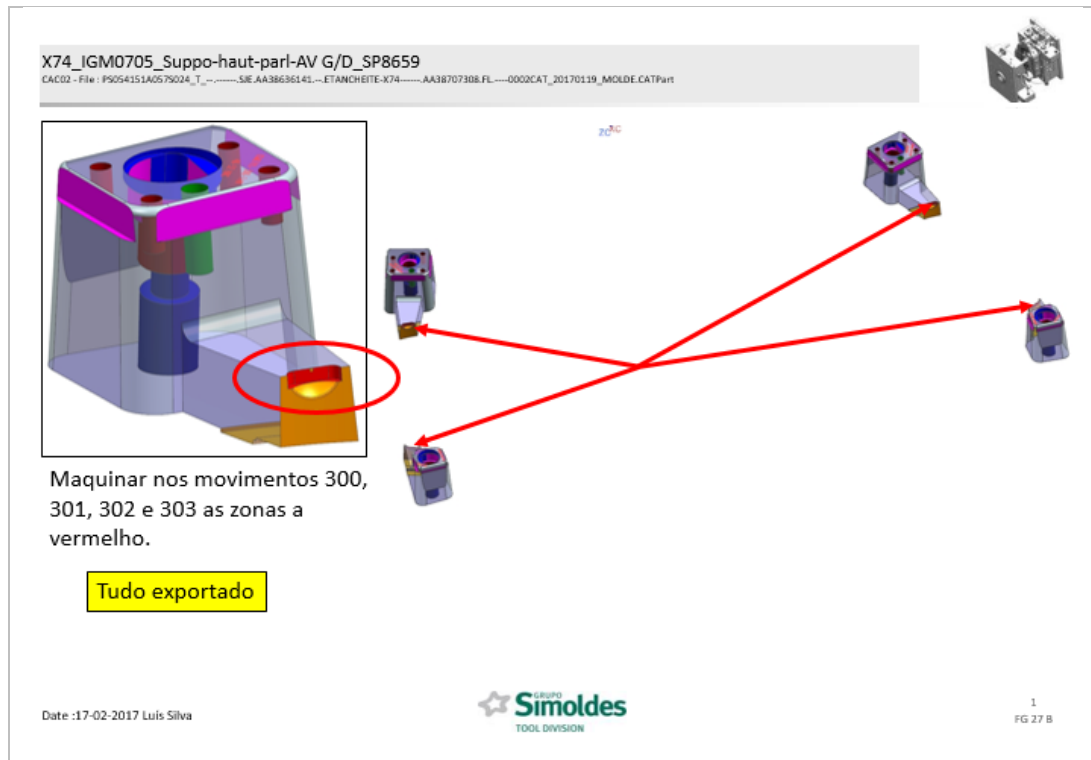
4
FG 27 B

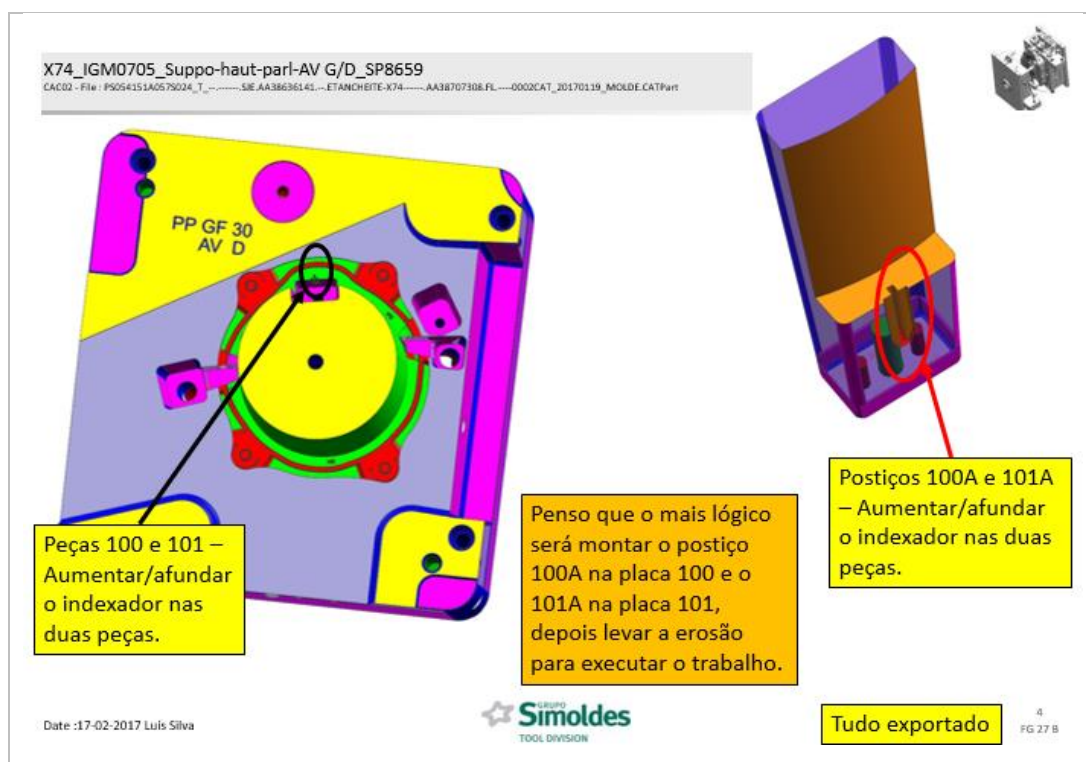
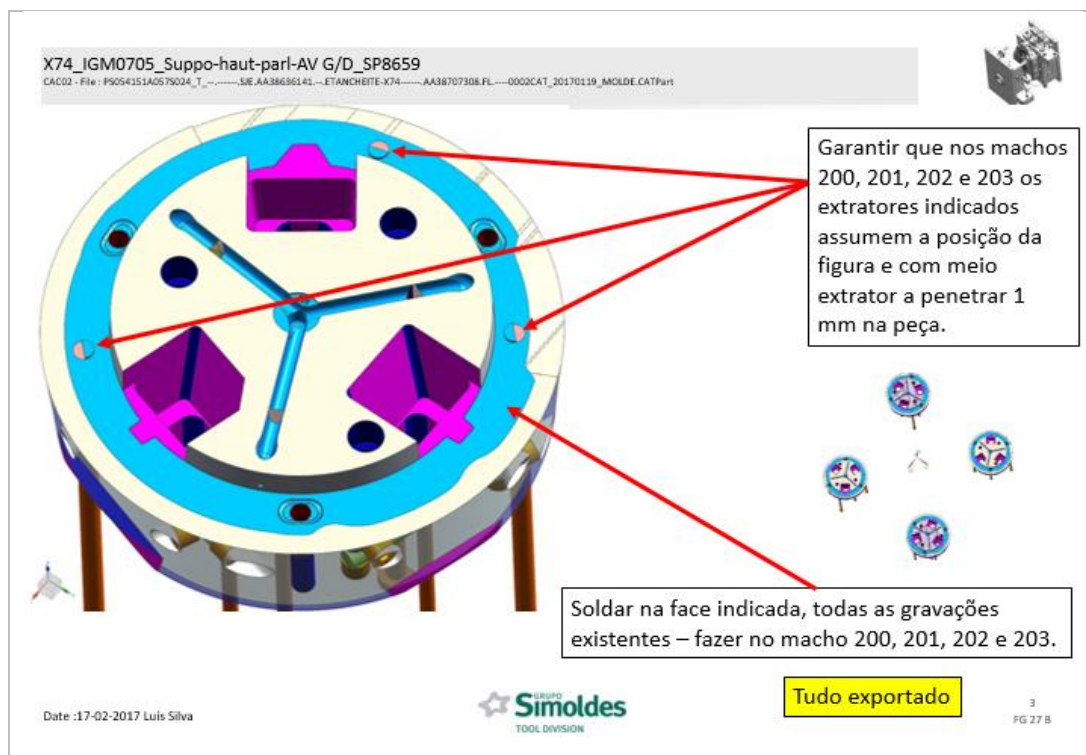







6.2 CAC02








6.3 Gravações


 **Simoldes**
DISTRIBUIDOR DE PLÁSTICOS


Infos à apposer sur zone marquage :

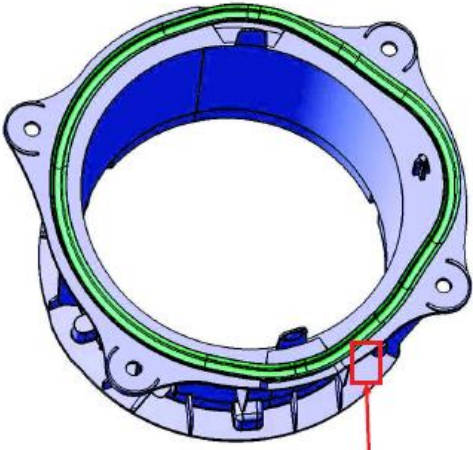


Calendario
Nº molde SP
SP05415
>PP GF30 + TPE -V
<


3,5 mm

SUPPORT HAUT PARLEUR AV D	ind = 
9815741780	
COFOR 84515N 01	


SUPPORT HAUT PARLEUR AV G	ind = 
9815741880	
COFOR 84515N 01	



Identificar cavidades

ZONE DE MARQUAGE
Efectuar as gravações na zona lateral da peça.
“movimentos”

6.4 Orçamento Fabril

Orçamento Fabril					
Data de Fechado Orçamento : 2016-04-11					
Nº Pedido :	2016/1383				
Opção :	1 - Supp-Int-Part-AVG/D				
Nº Orc. :	1	Revisão :		Data : 2016-04-07	1º Ensaio Sem. : 15
Cliente Final :	14 - SIMOLDES PLÁSTICOS, SA				
Projecto :	X74 - X74				
Paga Espec. :					
Abertura de Pedido :	Sandra		Orçamentista : aulmeida		
Template Estrutura : 050201 - ESTR Emposti. Peças em Y Est. Simples Template Comp. Est. : 106102 - ESTR Empostada extra. Simples-Medio Standard : 010102 - Std Simolides Mold e Medio Ed. Ficha Técnica : 2 Dimensões do Molde : Dim. X 1.262,000 Dim. Y 1.240,000 Dim. Z 951,000 Peso 8,91 [Ton] Cavidades : 1+1 (2 Cav. diferentes)					
					
Movimentos:					
Mecânicos :	4	Hidráulicos/Pneumáticos :	20	Exemplos :	12
Levantadores :	0				
Sistema de Injeção:					
Artigo :	023100600002 - SI valvigate with pre-wiring (nozzles length=60				
Nº Bicos :	3	Marca :			
Hidráulica:					
Marca :					
Dados Ensaio:					
Máquina :	KM 650 - Máquina de Ensaio KM 650				
Serviço :	S2 020010 0003 - Serviço ensaio máquina 650 Ton				
Nº Ensaios :	4	Qtd. Inj. :	250	Nº Horas :	10
Técnicas:					
Cavidade :	SP+SPC CI (Roscado)				
Machos :	SP+SPC CI (Roscado)				
Dados de Peça:					
Nº Linha	Nº Peça	Descrição	Versão	Edição F.B.	Ord. Term. Comis.
1	1	Peça Principal		1	4 200702 - MC Medio Cmplo Simples (1+1 cav)
Artigos					
Tm. Componente	Descrição	Valor			
001	M.P. de Estrutura	12.179,10			
002	M.P. de Gravação	12.555,91			
003	Acessórios	8.295,82			
020	Cilindros	11.488,40			
004	Sistema de Injeção	14.455,30			
		Valor Orçamentado :	58.874,53		
Serviços					
Tm. Serviço	Descrição	Valor			
001	Ensaio	2.800,00			
003	Tratamentos Térmicos	4.400,00			
004	Transporte de Molde	1.500,00			
012	Serviços Adicionais	350,00			
022	Fornecido	500,00			
027	Gravações a Laser	300,00			
		Valor Orçamentado :	9.850,00		

2017-05-09
Página 1/2
PG50 F | ERP

Orçamento Fabril			
Data de Fechado Orçamento : 2016-04-11			
Nº Pedido : 2016/1383 Opção : 1 - Suppo-haut-part AV6/D Nº Orc. : 1 Revisão : - Data : 2016-04-07 1º Ensaio Sem.: 15			
Cliente Final : 14 - SIMO LDES PLÁSTICOS, SA Projecto : XM - XM Peça Espec. : Abertura de Pedido : Sandra Orçamentista : a Almeida			
Opções			
Id. Opção	Descrição	Tempo	Valor
001	Dep. Técnico - Projeto	280,000	7.150,00
003	Controlo Dimensional	10,000	250,00
005	Preparação de Trabalho (Programas CNC)	73,800	2.252,00
007	Fresagem Maq Médias (CNC + Alt. Val.)	610,600	34.697,50
008	Fresagem Maq Pequenas (CNC + Alt. Val.)	389,000	17.505,00
009	Furação (Mandrillado no)	231,500	7.408,00
010	Maq Convencionais (Torno, Fream, Rect)	362,600	8.756,40
011	Eléctrodos	106,800	4.286,00
012	Enxerto	218,000	6.645,00
013	Polimento	282,500	4.237,50
014	Bancada	708,000	11.020,00
Total Tempo:		3.270,800	Valor Orçamentado : 105.427,40
Valor Total de Orçamento :			172.252,61
Valor Total de Orçamento com Fornecimento e Serviços :			174.252,61
Observações : Orçamento baseado no ITS de 1P e modelo 3D peça. - Molde temperado tempo atigido. - Molde bi material a noativo (1+1+1+1) ciclo de 1+1.			
Validação			
Técnica :			
Comercial :			

2017-05-09
Página 2/2
PG20 F | ERP

6.5 FTM

Ficha Técnica de Molde		Nº Molde:	IGM	A/705
Cliente :	14 - SIMOLDES PLÁSTICO S.A.	País :	PORTUGAL	
Gestor Comercial :	Sandra Correia - IGM	Gestor Proj. :	André Santos - Mecamolde	Data Molde :
		2016-04-27		
Molde				
Descrição :	Suppo-haut-part-AV G/ID_SP8009	Peça de Versão		
Tp. Extrusão :	Empostado			
Cavidades :	1+1 (2 Cav. diferentes)	Tp. Molde :	4 - Série	
Produção/Injeção				
<input checked="" type="checkbox"/> Cliente	Cliente :	12 - SIMOLDES PLÁSTICOS POLISKA SPZO	Fábrica :	
<input type="checkbox"/> Entidade	País :	PL - POLSKA		
Projeto :	X74 - X74	Sector :	AUTO - Automóvel	
Gp. Peça :		Caract. Espec. :		
Peça Esp. :		Tec.Moldagem :		
Sistema de Injeção				
Nº Bicos :	8	Tp. Injec. :	Valve Gate	
Lado Injec. :	Lado da Cavidade		Marca :	
Quantidade	Tipo de Entrada (ataque à Peça)	<input type="checkbox"/> Vestígio Admissível	Tipo Canal	
6 Directa		Valor :	(mm)	
2 Submarina		<input type="checkbox"/> Bicos Pressão	<input checked="" type="checkbox"/> Quente <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> NO	
Tp. Bico/Sistema : Sequencial e Valvulado		<input type="checkbox"/> Bicos Inclinação	<input checked="" type="checkbox"/> Quente <input type="checkbox"/> Frio <input type="checkbox"/> NO	
<input checked="" type="checkbox"/> Electroválvulas Tp. Electroválvulas :		<input type="checkbox"/> Sensores de Temperatura	<input type="checkbox"/> Sensores de Pressão	
Obs. : molde bi-injeção (aberto PP GF 30+ valvulado EPDM)		<input type="checkbox"/> Ligações : Eléctricas & Pneumáticas	<input checked="" type="checkbox"/> Mudança de Cor <input checked="" type="checkbox"/> Estado Resilógico	
Sistema de Extrusão				
Tp. Extrusão :	Convencional (Lado Móvel)	<input type="checkbox"/> Prever Válvula de Ar	<input type="checkbox"/> Linha de junta e secundária	
Tp. Fundamento :	Robot	Tp. Accionamento :	Hidráulico	
Marca :	<input type="checkbox"/> Dupla Extrusão	Frente da Extrusão		
Hidráulico :	Accionamento :			
Movimentos				
Mecânicos :	4	Hidráulicos/Pneumáticos :	4	Extrusão :
Obs. :	4 Hidráulicos para movimentos			
Aço- Estrutura				
Artigo :	01010 010000 1 - Aço 1.1730 - rectangular block	Marca :		
Aço- Porta Macho/ Cavidade				
Artigo :	01010 080000 1 - Aço 1.23 12 - rectangular block (hardness supply 270-350 HB)	Dureza :	Inicial	28,0 Final
Tp. Tratamento :	Pré-tratado	Trat. Superficial :	Marca :	
Aço- Cavidade				
Artigo :	01010 090000 1 - Aço 1.23 43 - rectangular block	Dureza :	Inicial	48,0 Final
Tp. Tratamento :	Temperado	Trat. Superficial :	Marca :	
Aço- Macho				
Artigo :	01010 090000 1 - Aço 1.23 43 - rectangular block	Dureza :	Inicial	48,0 Final
Tp. Tratamento :	Temperado	Trat. Superficial :	Marca :	
Aço- Postigos				
Artigo :	01010 090000 1 - Aço 1.23 43 - rectangular block	Dureza :	Inicial	48,0 Final
Tp. Tratamento :	Temperado	Trat. Superficial :	Marca :	
Aço- Movimentos				
Artigo :	01010 090000 1 - Aço 1.23 43 - rectangular block	Dureza :	Inicial	48,0 Final
Tp. Tratamento :	Temp+Nit.	Trat. Superficial :	Marca :	
Tipo Acabamento				
Polimento da Cavidade :	Polimento do Macho :			
<input type="checkbox"/> Textura	<input type="checkbox"/> Textura			
Textura da Cavidade :	SRI-SPE C3 (Fosado)		Textura do Macho : SRI-SPE C3 (Fosado)	
Obs. :	Moldtech			

Ficha Técnica de Molde

Nº Molde: IGM A/705

Ensaio

Nº Ensaio: 4

Quantidade de Injeção: 250

Tempo de Ciclos: (s)

Material Plástico: PPGF 30

Contração(%): 0,500

Material Plástico 2: EPDM

Contração(%): 1,500

Máquina de Injeção para Ensaio

Força: (t) Máquina:

Máquina de Injeção do Cliente

Força: (t) Máquina: EN 600 t

Fornecedores

Código	Descrição	Grupo	Cliente	Código	Descrição	Grupo	Cliente
1	Estudo preliminar/projeto	X		2	Após	X	
3	Acessórios elétricos/Hidr. Se	X		4	Sistema de Injeção	X	
6	Moldflow		X	7	Controlo Dimensional molde	X	
9	Mão de Robót (Mão Pressa)		X	11	Gabarit		X
12	Transporte de Peças(Terrestre)		X	13	Divisor de Fluxo		X
14	Estudo Térmico (Moldcool)		X	15	Estudo deformação (Warpage)		X
16	Embalagens		X	17	Controlo dimensional de peças		X
18	Material plástico		X	22	Transporte de Molde	X	
33	Fornecido		X				

Obs: Observações de Fornecedores:

Obs: Observações

Local produção: SPP

Molde de Bi-Injeção (PPGF 30 + EPDM)

Contração - 1,5 % -> TPE-V Santoprene 121 - 75M 100 Black

- 0,5% -> Sabic PP G2 230A Black

Sistema de Injeção de EPDM deve não ser validado e PPGF30 não validado


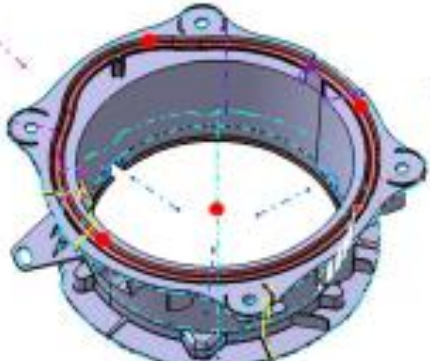
Última Atualização por: Sandra

Data: 2016-05-31 11:10

Página 2/2


FTM | ERP


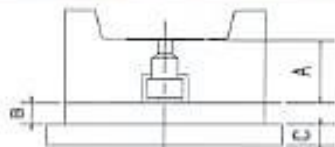

6.6 FEM

Simoldes		Injection Tool Specification		Request for Quotation <input type="checkbox"/> Injection Tool Launch <input checked="" type="checkbox"/>		Engineering Department	
Mould Nr.: SP8659		Project: SP 5415		Supplier: IGM 705			
Proto <input type="checkbox"/> Series <input checked="" type="checkbox"/>		Part drawing <input type="checkbox"/> D.F.R. <input checked="" type="checkbox"/>		Estimate date: 7-mar-16			
Nr of cavities 1+1		Forecasted (aj. Machine) EN6001 ton.		Revision Nr: rev4			
Total of injections 495.000 inj.		Horizontal dist. between columns 930		Date: 24.05.16			
Cycle time 36 s		Vertical dist. between columns ---		Start Production-ODP CW43 /2017			
Local de Produção SP2		Maximum height of the mould 1565		Real Customer PSA - Mafhouse			
Part Information							
Part name: SUPPOR-HAUT-PARLEU AV G/D				Gloss (part): N.A			
Material: Sabic PPG323DA + TPE-V Santoprene 121 - 75M 100				Graining/Cavity Relining: SP1-SPE C-3			
Shrinkage 0,5+1,5 % Resologic study: Yes Part to paint: No				Graining/Core Relining: SP1-SPE C-3			
Nr. of versions 1		Nr. of colors 1		Projected Surface: 288 cm²		Supplier: Moldtech	
Release file for this document: P02M13140579511.270.0619796486.00.SUP-HAUT-PARLEU-AV-G-AA37677541.FL0007CAT20150517 P02M13140579511.270.0619796486.00.SUP-HAUT-PARLEU-AV-G-AA37677551.FL0007CAT20150517							
Tool Specifications							
Steels 11.730		SP of points/part 1 (3)+1(3)		Type submarine + direct			
Cavity 1.2343 temp 48-52°C		Dimension See resologic study		Position see details in 3D files			
Core 1.2343 temp 48-52°C		Hot Runner Yes		Electrical nozzle/Injection nozzles no.: Yes/2(6)			
Mechanism 1.2343/AMPC063		Colour change No		Valve Gate NO for PP / Yes Possum. for EPDM			
Graining sample plate NO		Inj./Eject on the same side No		Speed control No			
		Isolating Plate: Fix side <input type="checkbox"/> Mobile side <input checked="" type="checkbox"/>					
Preliminary date CW 18/16		Release machining tool date CW 21/16		1st Sample date CW 31/16			
Ponto de Injecção  Clamp Force: 150 T							
							
Notas: Molde de bi-injecção (PP GF 30 + EPDM) Contração - 1,5% -> TPE-V Santoprene 121 - 75M 100 Black 0,5% -> Sabic PPG323DA Black Sistema de Injecção de EPDM deverá ser valvulado e PPG30 não valvulado.							
Projeção	Luís Castro		André Bastos				
	Tool & Injection Expert		Supplier				
1. Specification Moulds to apply : Simoldes Plásticos - Specification Moulds, revision in force at the date of issue of this ITS. 2. The Planning of the tool must sent be after two weeks of the 3D Milling file release.							
N0037067_1, rev0 18.01.2016							

6.7 Documentos utilizados no pedido do sistema de injeção

➤ PP

 PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST		ORÇAMENTO / QUOTATION <input checked="" type="checkbox"/> ENCOMENDA / ORDER <input type="checkbox"/>					
MOLDE MOULD	0705	CLIENTE FINAL FINAL CUSTOMER	PSA - Multihouse	PROJETO PROJECT	374	GERENTE PROJETO PROJECT MANAGER	André Santos
NOME PEÇA PLÁSTICA PART NAME						Suppo-haut-part-AV QTD	
LOCAL DE PRODUÇÃO PRODUCTION PLACE						SIMOLDES PLÁSTICOS POLÓNIA	
CADERNO DE ENCARGOS DO CLIENTE A RESPEITAR CUSTOMER'S SPECIFICATIONS TO BE CONSIDERED						SIMOLDES PLÁSTICOS REV.10	
INFORMAÇÃO SOBRE O MOLDE / MOULD INFORMATION							
PESO PEÇA / PART WEIGHT:		200 g		VOLUME / VOLUME:		200 cm³	
ESPESURA PEÇA / PART THICKNESS:		2,5-3 mm		VENTILADO ADEQUADO (SÍTIO) / SPRUE (ON PART):		<input checked="" type="checkbox"/> SIM / YES <input type="checkbox"/> NÃO / NO	
MATERIAL PLÁSTICO / PLASTIC MATERIAL:		PPGF30 (Sable PPG3230A Black)		FABRICANTE / PLASTIC MATERIAL SUPPLIER:			
MUDANÇA DE COR / COLOR CHANGE:		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO / NO <input type="checkbox"/> SIM / YES		NP DE MUDANÇAS PARA COMPLETA MUDANÇA DE COR / NO. OF SETS FOR A COMPLETE CHANGE OF COLOR:			
NÚMERO CAVIDADES / NÚM. OF CAVITIES:		1+1(1+1)		LADO DA INJEÇÃO / INJECTION SIDE:		<input checked="" type="checkbox"/> CAVIDADE / CAVITY <input type="checkbox"/> MAGDO / CORE	
TIPO INJEÇÃO / INJECTION TYPE:		<input type="checkbox"/> AO CANAL / INTO RUNNER <input type="checkbox"/> À PEÇA / DIRECT TO PART		INJEÇÃO SOBRE FÁBRICA / INJECTION OVER FABRICE:		<input type="checkbox"/> SIM / YES <input checked="" type="checkbox"/> NÃO / NO	
MÁQUINA DE INJEÇÃO / INJECTION MACHINE:		EN 600 BIROT		APERTO MAGNÉTICO / MAGNETIC CLAMPING:		<input type="checkbox"/> SIM / YES <input checked="" type="checkbox"/> NÃO / NO	
RÁIO BUEIROS (MOLDE) / NOZZLE RADIUS (MOULD):		19		PENETRAMENTO MÁXIMO DO BUEIRO DA MÁQUINA / MAXIMUM DEPTH OF THE NOZZLE MACHINE IN THE MOULD:			
INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION							
TIPO SISTEMA / TYPE OF SYSTEM							
<input checked="" type="checkbox"/> ABERTO / OPEN							
<input type="checkbox"/> FECHADO / VALVE GATE: <input type="checkbox"/> COM VÁLVULAS ELÉTRICAS / WITH ELECTROVALVES <input type="checkbox"/> INDEPENDENTE / INDEPENDENT							
<input type="checkbox"/> CONTROLO VELOCIDADE FECHADOR / VALVE PIN SPEED CONTROL: TIPO DE CONTROLO / TYPE OF CONTROL:							
<input type="checkbox"/> Nº DOS BUEIROS + BUEIROS CONTROLADOS / NOZZLE NUMBERS FOR CONTROL:							
LIGAÇÕES / CONNECTIONS				Electrovalvulas / Electrovalves			
<input type="checkbox"/> NÃO / NO				<input type="checkbox"/> SIMPLES ÚNICO / SIMPLE			
<input type="checkbox"/> HIDRÁULICA / HYDRAULIC				<input type="checkbox"/> DUPLA ÚNICO / DOUBLE			
<input checked="" type="checkbox"/> ELÉTRICA / ELECTRIC				MARCA / BRAND:			
<input type="checkbox"/> PNEUMÁTICA / PNEUMATIC				MARCA / BRAND:			
TIPO DE FORNECIMENTO / SYSTEM SERIAL							
<input type="checkbox"/> NORMAL / NORMAL							
<input type="checkbox"/> INTEGRADO / PLACA / WITH BACK PLATE							
<input checked="" type="checkbox"/> COM CAULERS + FICHAS ELÉTRICAS / WITH GROOVES AND ELECTRIC SOCKETS							
Nº MÁXIMO DE ZONAS / MAXIMUM NUMBER OF ZONES				POTÊNCIA MÁXIMA POR ZONA / MAXIMUM POWER (WATTS) PER ZONE			
Ver CEM SP				Ver CEM SP			
ESTUDO RESOLUÇÃO / MOLDFLOW STUDY							
<input checked="" type="checkbox"/> NÃO / NO <input type="checkbox"/> SIM (em Anexo) / YES (Attached)							

 Simoldes TOOL DIVISION	PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST
INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION	
Nº bocas / Nº OF NOZZLES <div style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center; margin: 5px auto;">2</div> Espessura das placas / PLATES THICKNESS: (A): Ver PDF em anexo mm (C): Ver PDF em anexo mm	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;"> NOTA: O sistema de injeção deverá ser fornecido com o comprimento dos bocas cortados a 20% NOTE: THE HOTRUNNER WILL BE SUPPLIED WITH THE NOZZLES LENGTH CUT ACCORDING DIMENSION. </div> Altura dos Bocas (A) / NOZZLES HEIGHT (A) <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div>1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____</div> <div>8 _____ 9 _____ 10 _____ 11 _____ 12 _____ 13 _____ 14 _____</div> </div>
OUTRAS ESPECIFICAÇÕES (RACCORDS, FICHAS ELÉTRICAS, ...) / OTHER SPECIFICATIONS (CONNECTORS, ELECTRICAL SOCKETS, ...)	
O sistema deve ser fornecido com todos os interfaces molde/máquina de acordo com as especificações do cliente. THE SYSTEM HAS TO BE SUPPLIED WITH ALL THE TOOL/MACHINE INTERFACES ACCORDING THE CUSTOMER SPECIFICATIONS.	
O sistema deve ser sempre fornecido com uma anilha de vedação e caso existam ponteiros especiais, deverão ser fornecidas pelo fabricante. THE HOTRUNNER MUST ALWAYS BE SUPPLIED WITH A SEALING RING AND IN CASE THERE ARE SPECIAL TIPS, THESE MUST BE PROVIDED BY THE SUPPLIER.	
O ficheiro 3D negativo deve ser fornecido com raios de canto: The 3D NEGATIVE FILES MUST BE SUPPLIED WITH A RADIUS OF THE CORNER:	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Mínimo / Minimum: R30 mm</div> 	
Outras anexas e informações fornecidas / Other attached information <input checked="" type="checkbox"/> Sim / Yes <input type="checkbox"/> Não / No	
Nos anexos incluir / IN THE ATTACHED PAGES INCLUDE:	
> DETALHE ZONA A INJETAR / INJECTION AREA DETAIL (SCALE 1:1) <input checked="" type="checkbox"/>	
> VISTA LADO DAS CAIXAS, COM DIMENSÕES DA ÁREA PARA A SUA COLOCAÇÃO / ELECTRICAL BOX SIDE VIEW, WITH DIMENSIONS FOR APPLIANCE <input checked="" type="checkbox"/>	
> POSIÇÃO CAIXAS ELÉTRICAS / ELECTRICAL BOX POSITION <input checked="" type="checkbox"/>	
> TOPO / OPERADOR / TOP / OPERATOR <input checked="" type="checkbox"/>	
> DIMENSÕES MÁQUINA MOLDE / MAXIMUM MOULD DIMENSIONS <input checked="" type="checkbox"/>	
Anexos visto por / ATTACHED VIEW: <input checked="" type="checkbox"/> PL. JÁSTA / PLATE <input type="checkbox"/> BOC. MÁQUINA / MACHINE NOZZLE	
DADOS A FORNECER PELO FORNECEDOR DO SISTEMA / SUPPLIER MUST SEND THE FOLLOWING	
Desenhos 2D em papel / 2D DRAWINGS (PAPER) <input checked="" type="checkbox"/>	
Desenhos 2D em ficheiro / 2D DRAWINGS (FILE) <input checked="" type="checkbox"/>	
Placa metálica com esquema eléctrico / METALIC PLATE WITH THE ELECTRIC SCHEME <input checked="" type="checkbox"/>	
Ficheiro 3D Parasolid / 3D DRAWINGS FILE PARASOLID <input checked="" type="checkbox"/>	
Ficheiro 3D Step203 / 3D DRAWINGS FILE STEP203 <input checked="" type="checkbox"/>	
Elaborado por / MADE BY: <u>LUIS SILVA</u> DATA / DATE: <u>06-05-2016</u>	
O NOSSO DEPARTAMENTO TÉCNICO NÃO VERIFICA A PARTE ELÉTRICA/HIDRÁULICA. O CUMPRIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE É DA INTERA RESPONSABILIDADE DO FORNECEDOR DO SISTEMA. SIMOLDES TOOL DIVISION'S TECHNICIAN DOES NOT CHECK THE ELECTRIC AND HYDRAULIC COMPONENTS. THE SUPPLIER IS RESPONSIBLE FOR BUILDING THE INJECTION SYSTEM ACCORDING TO OUR CUSTOMER GENERAL SPECIFICATION	
NO ACTO DA ENCOMENDA DO SISTEMA DE INJEÇÃO / AT THE MOMENT THE HOTRUNNER IS ORDERED	
Aceitação das condições especificadas para a construção do sistema de injeção / ACCEPTANCE OF THE CONDITIONS SPECIFIED TO BUILD THE HOTRUNNER	
Assinatura do Fornecedor / SIGNATURE OF SUPPLIER: _____ DATA / DATE: _____	
Nota: Devolver este documento a Simoldes, devidamente assinado pelo Responsável da Empresa fornecedora / Remark: send this document back to Simoldes, duly signed by the supplier's representative.	

➤ EPDM

Simoldes TOOL DIVISION		PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST		ORÇAMENTO / QUOTATION <input checked="" type="checkbox"/> ENCOMENDA / ORDER <input type="checkbox"/>	
MOLDE / MOULD	0705	CLIENTE FINAL / FINAL CUSTOMER	PSA - Mulhouse	PROJETO / PROJECT	374
NOME PEÇA PLÁSTICA / PART NAME				Suppo-haut-part-AV QTD	
LOCAL DE PRODUÇÃO / PRODUCTION PLACE		SIMOLDES PLÁSTICOS POLÓNIA		GERENTE PROJETO / PROJECT MANAGER	
				André Santos	
				DESENHADOR / DESIGNER	
				Luis Silva	
CADERNO DE ENCARGOS DO CLIENTE A RESPEITAR CUSTOMER'S SPECIFICATIONS TO BE CONSIDERED					
SIMOLDES PLÁSTICOS REV.10					

INFORMAÇÃO SOBRE O MOLDE / MOULD INFORMATION

Peso peça / PART WEIGHT: **15** g Volume / VOLUME: **15** cm³ Espessura peça / PART THICKNESS: **1 até 4** mm

Vazão Admissível (seto) / SPIKE (ON PART): ☐ Sim / YES ☒ Não / NO

Material Plástico / PLASTIC MATERIAL: **EPDM (TPE-V Santoprene 121-75M 100 Black)** Fabricante / PLASTIC MATERIAL SUPPLIER:

Mudança de cor / COLOR CHANGE: ☒ Não / NO ☐ Sim / YES

Nº de injeções para completa mudança de cor / NO. OF SETS FOR A COMPLETE CHANGE OF COLOR:

Número Cavidades / Nbr. of cavities: **1+1(1+1)**

Lado da Injeção / INJECTION SIDE: ☒ Cavidade / Cavity ☐ Macho / Core

Tipo Injeção / INJECTION TYPE: ☐ Ao Canal / Into RUNNER ☒ À Peça / Direct to part

Injeção sobretecido / INJECTION OVER FABRIC: ☐ Sim / YES ☒ Não / NO

Máquina de Injeção / INJECTION MACHINE: **EN800 BIROT** Aperto Magnético / MAGNETIC CLAMPING: ☐ Sim / YES ☒ Não / NO

Raio Bujuto (molde) / NOZZLE RADIUS (MOULD): **19**

Penetramento Máximo do Bujuto da Máquina / MAXIMUM DEPTH OF THE NOZZLE MACHINE IN THE MOULD:

INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION

Tipo Sistema / TYPE OF SYSTEM

☐ Aberto / OPEN

☒ Otimizado / VALVE GATE ☒ Com Electroválvulas / WITH ELECTROVALVES ☐ Independente / INDEPENDENT

☐ Controlo Velocidade Otimizador / VALVE PIN SPEED CONTROL Tipo de controlo / TYPE OF CONTROL:

☐ Nº dos Bicos a serem controlados / NOZZLE NUMBERS FOR CONTROL:

Ligações / CONNECTIONS

☐ Não / NO

☐ Hidráulica / HYDRAULIC

☒ Elétrica / ELECTRIC

☒ Pneumática / PNEUMATIC

Cama de Fornecimento / SYSTEM SERIAL


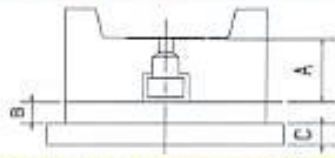
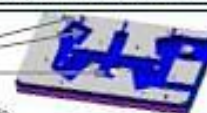
☐ Normal / NORMAL

☐ Integrado / With SACK PLATES


☒ Com Canais + Fichas Elétricas / With GROOVES AND ELECTRIC SOCKETS

N.º Máximo de Zonas / MAXIMUM NUMBER OF ZONES **Ver CEMSP** Potência Máxima por Zona / MAXIMUM POWER (WATTS) PER ZONE **Ver CEMSP**

Estudo de Fluxo / MOLDFLOW STUDY ☒ Não / NO ☐ Sim (em Anexo) / YES (ATTACHED)

 Simoldes TOOL DIVISION	PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST
INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION	
Nº BICO / Nº OF NOZZLES <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px;">6</div>	
ESPESURA DAS PLACAS / PLATES THICKNESS: (A): <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Var.pdf</div> mm (B): <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Var.pdf</div> mm	
NOTA: O SISTEMA DE INJEÇÃO DEVERÁ SER FORNECIDO COM O COMPRIMENTO DOS BICOS CORRESPONDENTE À COTA. NOTE: THE HOTRUNNER WILL BE SUPPLIED WITH THE NOZZLES LENGTH CUT ACCORDING DIMENSION.	
ALTURA DOS BICOS (A) / NOZZLES HEIGHT (A) <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____ 7 _____</div> <div>8 _____ 9 _____ 10 _____ 11 _____ 12 _____ 13 _____ 14 _____</div> </div>	
OUTRAS ESPECIFICAÇÕES (RACORES, FICHAS ELÉTRICAS, ...) / OTHER SPECIFICATIONS (CONNECTORS, ELECTRICAL SOCKETS, ...)	
O SISTEMA DEVE SER FORNECIDO COM TODOS OS INTERFACES MOLDE/MÁQUINA DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE. THE SYSTEM HAS TO BE SUPPLIED WITH ALL THE TOOL/MACHINE INTERFACES ACCORDING THE CUSTOMER SPECIFICATIONS.	
O SISTEMA DEVE SER SEMPRE FORNECIDO COM UMA ANELHA DE VEDAÇÃO E CASO EXISTAM PONTAS ESPECIAIS, DEVERÃO SER FORNECIDAS PELO FABRICANTE. THE HOTRUNNER MUST ALWAYS BE SUPPLIED WITH A SEALING RING AND IN CASE THERE ARE SPECIAL TIPS, THESE MUST BE PROVIDED BY THE SUPPLIER.	
O FICHERO 3D NEGATIVO DEVE SER FORNECIDO COM RÁDIO DE CANTO: THE 3D NEGATIVE FILES MUST BE SUPPLIED WITH A RADIUS OF THE CORNER: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin: 10px;">MÍNIMO / MINIMUM: R30 mm</div> 	
OUTROS ANEXOS E INFORMAÇÕES FORNECIDAS / OTHER ATTACHED INFORMATION: <input checked="" type="checkbox"/> SIM / YES <input type="checkbox"/> NÃO / NO	
NOS ANEXOS INCLUIR / IN THE ATTACHED PAGES INCLUDE: > DETALHE ZONA A INJETAR / INJECTION AREA DETAIL (SCALE 1:1) <input checked="" type="checkbox"/> > VISTA LADO DAS CAIXAS, COM DIMENSÕES DA ÁREA PARA A SUA COLOCAÇÃO / ELECTRICAL BOX SIDE VIEW, WITH DIMENSIONS FOR APPLIANCE <input checked="" type="checkbox"/> > POSIÇÃO DAS CAIXAS ELÉTRICAS / ELECTRICAL BOX POSITION <input checked="" type="checkbox"/> > TOPO / OPERADOR / TOP / OPERATOR <input checked="" type="checkbox"/> > DIMENSÕES MÁXIMAS MOLDE / MAXIMUM MOULD DIMENSIONS <input checked="" type="checkbox"/> ANEXOS VISTO POR / ATTACHED VIEW: <input checked="" type="checkbox"/> PL. JUNTA / PLATE <input type="checkbox"/> BICO MÁQUINA / MACHINE NOZZLE	
DADOS A FORNECER PELO FORNECEDOR DO SISTEMA / SUPPLIER MUST SEND THE FOLLOWING	
DESenhos 2D em papel / 2D DRAWINGS (PAPER) <input checked="" type="checkbox"/> Fichero 3D Parasolid / 3D DRAWINGS FILE PARASOLID <input checked="" type="checkbox"/> DESenhos 2D em fichero / 2D DRAWINGS (FILE) <input checked="" type="checkbox"/> Fichero 3D Step203 / 3D DRAWINGS FILE STEP203 <input checked="" type="checkbox"/> PLACA METÁLICA COM ESQUEMA ELÉTRICO / METALIC PLATE WITH THE ELECTRIC SCHEME <input checked="" type="checkbox"/>	
ELABORADO POR / MADE BY: <u>LUÍS SILVA</u> DATA / DATE: <u>06-05-2016</u>	
O NOSSO DEPARTAMENTO TÉCNICO NÃO VERIFICA A PARTE ELÉTRICA/HIDRÁULICA. O CUMPRIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE É DA INTERA RESPONSABILIDADE DO FORNECEDOR DO SISTEMA. SIMOLDDES TOOL DIVISION'S TECHNICIAN DOES NOT CHECK THE ELECTRIC AND HYDRAULIC COMPONENTS. THE SUPPLIER IS RESPONSIBLE FOR BUILDING THE INJECTION SYSTEM ACCORDING TO OUR CUSTOMER GENERAL SPECIFICATION	
NO ACTO DA ENCOMENDA DO SISTEMA DE INJEÇÃO / AT THE MOMENT THE HOTRUNNER IS ORDERED	
ASSINATURA DAS CONDIÇÕES ESPECIFICADAS PARA A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE INJEÇÃO / ACCEPTANCE OF THE CONDITIONS SPECIFIED TO BUILD THE HOTRUNNER ASSINATURA DO FORNECEDOR / SIGNATURE OF SUPPLIER: _____ DATA / DATE: _____	

6.8 Revisão do projeto preliminar


		REVISÃO DO PROJETO PRELIMINAR DE MOLDE		Direção de Engenharia			
Designação: 3UPPO-HAUT-PARLAR GD e 8UP HAUT PARL AV GD		Proj.8P: 6416		Molde 8P: 8858/SP6639			
		Form.: IGM		Molde Form: 704/706			
Item	Pontos de Verificação				S	N	
Desenho	1	As dimensões funcionais estão cotadas e existe definição de escala quando não for 1:1?				X	
	2	A legenda dos desenhos está de acordo com Anexo 3 do CEM?				N	A
	3	As águas estão corretamente representadas? Em caso de necessidade, consultar o doc. "Rev. do Projecto Função de Águas"?				X	
	4	Revisão de projeto para função de águas dispensável?				X	
	5	Os materiais e os seus tratamentos térmicos estão corretamente indicados no desenho para a estrutura e elementos de gravação?				X	
	6	As peças estão devidamente localizadas no molde?				X	
	7	As peças estão devidamente identificadas (exemplo LH/RH)?				X	
	8	Está prevista a placa de isolamento, se necessário (ex. distribuidor, temperatura do molde)? Lado Fixo X Lado Móvel X				X	
Injeção	9	Existe guia deslocada?				X	
	10	Está representado o posicionamento das colunas, do vão e do barramento (máquina sem colunas)? Ver PPT anexo				X	
	11	O topo do molde está indicado, e é o mais eficaz para trabalhar com mão presa?				X	
	12	As dimensões das anilhas de centragem estão em conformidade com as especificações da máquina de injeção? Ø200 mm				X	
	13	O curso da máquina é suficiente para abertura, extração e robot?				X	
	14	O sistema de fixação do molde à máquina está corretamente definido?				X	
Mecânica	15	No caso de haver Estudo Reológico estão contempladas as suas conclusões para a concepção do molde?				X	
	16	O bico e o sistema de injeção são os adequados? (bico esférico de 19 mm) ->				X	
	17	Os canais e pontos de injeção estão de acordo com as indicações de SP e com dimensões adequadas (se)? Está prevista a gota fria?				X	
	18	Verificada a ausência de alteração do 3D para a injeção?				X	
	19	As guias do molde estão a apontar primeiro do que as guias dos movimentos mecânicos?					
	20	Os movimentos têm curso suficiente e não colidem com outros elementos?				X	
	21	O travamento é suficiente e com ângulo inferior aos ajustamentos da peça?				X	
	22	O curso de extração é suficiente para libertar a peça, e a posição final está definida?				X	
	23	A extração do sistema de alimentação (zona fria) é eficaz para trabalho com mão presa? A verificar durante o primeiro ensaio					
	24	Se necessário, estão previstas Molas nos Movimentos Mecânicos e Pinos de Retorno?				X	
25	Verificada a ausência de interferência com movimentos, pinos de retorno e cilindros de extração?				X		
26	Os KOs da máquina estão corretamente dimensionados e localizados no molde? Não representado no 3D						
27	A extração está localizada do lado correto (sem Textura)?				X		
28	Estão previstas postigos e levantadores em zonas críticas de desmoldagem e enchimento?				X		
29	Os apoios protegem/suportam a zona crítica da pressão de injeção? Faltou representar				X		
30	Os postigos de ventilação são desmontáveis em máquina de forma simples?				N	A	
5	Aço de Porta machos em 1.2312 e porta cavidades em 1.1730						
6	Necessário trocar posicionamento das peças no molde (injeção de EPDM deve ser no lado oposto ao operador)						
7	Gravar na zona não moldante as siglas LH e RH para fácil identificação das peças						
13	Abertura máxima da máquina EN600 b/injeção = 1565mm						
14	Fixação do molde realizada por parafusos de aperto rápido. Realizar furações nas placas de encosto para a EN600 preto rot.						
28	Aplicar postigo para escape de gases nos indexadores						
29	Analisar distribuição no molde de apoios nas zonas críticas da pressão de injeção.						
31	Criar sôbo entre placa de extração e placa de encosto de 60mm para passagem de mangueiras de água para os movimentos à extração grandes.						
32	Mercar nº SP molde na barra de segurança						
33	Aplicar nylons de proteção embulidos nas placas de encosto nas abas laterais						
34	Aproximar as peças para o centro do molde 20 mm						
35	Comprimento do macho e cavidade passa de 1148 para 1106 de molde a ter mais margem para as placas de extração com as placas de encosto						
36	Pedir para alterar configuração da borracha de modo a evitar aproximações com o indexador e semi esferas. Cortar frisos 3 milímetros de encontro à borracha						
37	Sistema de injeção de EPDM deverá ser valvulado e PPQF30 não valvulado						
38	Confirmar se o molde irá trabalhar com água quente ou não, devido à necessidade do tipo de acessório de água a serem aplicados.						
Dimensões do molde:		1196x1346x857		Injetoras:	EN600 I	OK para AÇOs:	8IM
Tool&Injection Expert		Fornecedor (gestor proj.)		Tool Expert (IGM)		Tool Designer (IGM)	
Luís Castro		André Bastos		Carlos Dias		Luís Silva	
						Data de Revisão 05/05/16	


M001F068_Rev10_19.02.2014


6.9 Revisão do projeto funcional


Simoldes		Revisão de Projeto - Funcional			
Tela Divisão					
Módulo IT:	ITD	Pontado:	Realizado	Ponto	
Projeto:	3.0.0	Data:	20.06.2018	20.07.2018	
Design, Design:	SUPPO-NAU-PCN-NAU-CAT	%PV:	100%	100%	
Código:	SP	OK:	50%	74%	
Empresa:	COM	NA:	25%	26%	
		NOK:	15%	0%	
		RESPONSABILIDADES:			
		Análise – Comercial			
		Linha – Gestor Projeto			
		Atualização – DT			
		Pós-venda – DT/CB			

No.	Descrição e Verificar	Realizado	Ponto	Observação
1. Verificação de dados				
1.1	Ficha técnica (existência, completo, revisado)	OK	OK	
1.2	Observações ficha técnica	OK	OK	
1.3	Resistência de material	OK	OK	
1.4	Revisão de projeto preliminar (pontas fixas em corte)	OK	OK	
1.5	Revisão de modelo 3D (pontas fixas em corte)	OK	OK	
2. Verificação do projeto				
2.1	Tipo/guia (posição correta, identificado)	OK	OK	
2.2	Dimensões do molde / Montagem na máquina de injeção	OK	OK	
2.3	Segurança mecânica na abertura e no fecho	OK	OK	
2.4	Análise de tensão (intermediária)	OK	OK	
2.5	Placas de ajustamento (quantidade, posição, norma CT)	NA	NA	
2.6	Placas de proteção de junta (quantidade, posição, norma CT)	OK	OK	Interfície A/B
2.7	Placas de pressão (quantidade, posição, norma CT)	OK	OK	
2.8	Oleais de guiamento (movimentação equilibrada)	NOK	OK	A concluir após aprovação da injeção
2.9	Olealidades (guiamento cliente, análise DIN EN ISO)	NOK	OK	A concluir após aprovação da injeção
2.10	Ranços de abertura para alavancos (quantidade, posição, norma CT)	OK	OK	
2.11	Aplicação de análise de pressão (movimentação extrusão, pontos de retorno, etc.)	OK	OK	
2.12	Furos para sacar componentes (posição, análise, movimentação)	OK	OK	
2.13	Conceção de pinos (necessário, tipo, posição, encastrados)	NOK	OK	
2.14	Aberto / Encastamento de estrutura (quantidade, posição, norma CT)	NOK	OK	A concluir após aprovação da injeção
2.15	Conceção hidráulica (diâmetro tubos/bornas, design)	OK	OK	
2.16	Sistema segurança (tipo, posição, quantidade)	OK	OK	
2.17	Elementos externos ao molde não colidem com as colunas da máquina de injeção	OK	OK	
2.18	Tratamentos térmicos (tipo tratamento, que componentes, cliente)	OK	OK	
2.19	Lista materiais atualizada	OK	OK	
2.20	Pinos do molde	OK	OK	
2.21	Dados para gravagem / cotas indevidas	NOK	OK	
2.22	Posição vertical e montar com molde na máquina	NA	NA	
2.23	Identificação dos pontos-verde	NA	NA	
2.24	Sistemas especiais cliente (transporte, rasgo, flange)	NA	NA	
2.25	Conceção de oleais no lado do topo para rotulação do molde	NA	NA	
2.26	Função 200H7 nos 4 centros das placas de encosto para travagem lateral e central (dimensional)	NA	NA	
2.27	Outras pontas (não mencionadas no documento ou especiais) ...	NA	NA	
3. Tratamento do molde				
3.1	Tipo de guias (cilíndricos / prismáticos)	OK	OK	
3.2	Conceção macho / cavidade (posição/norma CT)	OK	OK	
3.3	Comprimento vs diâmetros	OK	OK	
3.4	Fugas de ar	OK	OK	

 Simoldes <small>TECH DIVISION</small>		Revisão de Projeto - Funcional	
Módulo 07 Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa		Período Data %PV 100% NA 100%	
Projeto Design - Projeto Cliente Empresa			

		Revisão de Projeto - Funcional	
Molde nº: 020		Partido Realizado Pedido	
Projeto: J116		Data: 20.06.2016 20.07.2016	
Design. Peças: Suppo-nut-pen-in-ata		%PV: 100% 100%	
Cliente: SP		%C: 100% 74%	
Empresa: ROM		NA: 25% 20%	
		100% 10% 2%	
		RESPONSABILIDADES:	
		Anselmo - Comercial	
		Larangeira - Gestor Projecto	
		Azeiteiro - DT	
		Pádua - DT(CB)	
6.0		Partido 6 vertical	
6.1		Realizado Pedido	
Especificações do cliente sobre este campo		OK	OK
7		Partido 7	
Concepção dos movimentos mecânicos		Partido	Realizado
7.1		OK	OK
Guiamento (corredor, guia, "T", norma CF)		OK	OK
7.2		OK	OK
Travamento (peneira vs gravilha, ângulo guia)		OK	OK
7.3		OK	OK
Curvas previstas (ponte-salida, contração)		OK	OK
7.4		OK	OK
Limitadores bem dimensionados e encastrados		OK	OK
7.5		OK	OK
Velas atuadoras (dimensão, tipo)		OK	OK
7.6		OK	OK
Sistema de retenção (molas, parafusos)		OK	OK
7.7		OK	OK
Oreais de transporte (peso superior a 20kg)		OK	OK
7.8		OK	OK
Necessidade de refrigeração		OK	OK
7.9		OK	OK
Função para acerto de junta		OK	OK
7.10		OK	OK
Aplicação dos micos (tipo, afiação, robustez, orlos protegidos, acerto)		OK	OK
7.11		OK	OK
Especificações do cliente sobre este campo		OK	OK
8		Partido 8	
Concepção dos movimentos hidráulicos / pneumáticos		Partido	Realizado
8.1		OK	OK
Guiamento (corredor, guia, "T", norma CF)		OK	OK
8.2		OK	OK
Travamento (peneira vs gravilha, travamento do molde)		OK	OK
8.3		OK	OK
Curvas previstas (ponte-salida, contração)		OK	OK
8.4		OK	OK
Limitadores bem dimensionados e encastrados		OK	OK
8.5		OK	OK
Cilindros atuadores (dimensão, tipo)		OK	OK
8.6		OK	OK
Sistema de retenção (molas, parafusos)		OK	OK
8.7		OK	OK
Oreais de transporte (peso superior a 20kg)		OK	OK
8.8		OK	OK
Concepção hidráulica (Acumulação, diâmetro tubo, furo)		OK	OK
8.9		OK	OK
Necessidade de refrigeração		OK	OK
8.10		OK	OK
Função para acerto de junta		OK	OK
8.11		OK	OK
Aplicação dos micos (tipo, afiação, robustez, orlos protegidos, acerto)		OK	OK
8.12		OK	OK
Especificações do cliente sobre este campo		OK	OK
9		Partido 9	
Concepção dos levantadores		Partido	Realizado
9.1		OK	OK
Velas (tipo, posição, dimensão adequada)		OK	OK
9.2		OK	OK
Posição nos velas		OK	OK
9.3		OK	OK
Necessidade refrigeração		OK	OK
9.4		OK	OK
Oreais de transporte (peso superior a 20kg)		OK	OK
9.5		OK	OK
Simulação dos mecanismos de extração (folgas, 1ª e 2ª extração)		OK	OK
9.6		OK	OK
Função para acerto de junta		OK	OK
9.7		OK	OK
Especificações do cliente sobre este campo		OK	OK
10		Partido 10	
Concepção dos movimentos à extração		Partido	Realizado
10.1		OK	OK
Guiamento (corredor, guia, "T", norma CF)		OK	OK
10.2		OK	OK
Curvas previstas (ponte-salida, contração, ângulos)		OK	OK
10.3		OK	OK
Velas e cinta (tipo, posição, dimensão adequada)		OK	OK
10.4		OK	OK
Posição nos velas		OK	OK
10.5		OK	OK
Necessidade refrigeração		OK	OK

 Simoldes <small>TECH DESIGN</small>		Revisão de Projeto - Funcional																					
Modelo nº:	020	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Revisão</th><th>Página</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Data:</td><td>20.06.2018</td><td>20.07.2018</td></tr> <tr> <td>%PV:</td><td>100%</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>OK:</td><td>100%</td><td>100%</td></tr> <tr> <td>NA:</td><td>0%</td><td>0%</td></tr> <tr> <td>Em aberto:</td><td>0%</td><td>0%</td></tr> </tbody> </table>			Revisão	Página	Data:	20.06.2018	20.07.2018	%PV:	100%	100%	OK:	100%	100%	NA:	0%	0%	Em aberto:	0%	0%	RESPONSABILIDADES: Araceli - Comercial Lúcia - Gestão Projeto Ana Cláudia - DT Patrícia - DT (CM)	
	Revisão	Página																					
Data:	20.06.2018	20.07.2018																					
%PV:	100%	100%																					
OK:	100%	100%																					
NA:	0%	0%																					
Em aberto:	0%	0%																					
Projeto:	018																						
Design - Peça:	Grupo não-painel/saco																						
Detalhe:	SM																						
Revisão:	100%																						
Pto	Partes e Verificações	Revisão	Página	Observações																			
10.6	Orla de transporte (peso superior a 25kg)	OK	OK																				
10.7	Simulação dos mecanismos de extração (folgas, 1ª e 2ª extração)	NA	NA																				
10.8	Especificações do cliente sobre este campo	OK	OK																				
11	Refrigeração da câmara																						
11.1	Diâmetro funcional/destino cliente	OK	OK																				
11.2	Quantidade de circuitos	OK	OK																				
11.3	Tipo de entrada / posição / acessórios utilizados	OK	OK																				
11.4	Numeração dos circuitos de acordo com as especificações do cliente ou CT	OK	OK																				
11.5	Conceção dos circuitos	OK	OK																				
11.6	Facilidade de excussão (ângulos (guia, diâmetros normais)	OK	OK																				
11.7	Distância à peça/componentes	OK	OK																				
11.8	Entrada/saída desobstruída / Distância entre centros das entrada/saídas	OK	OK																				
11.9	Especificações do cliente sobre este campo	OK	OK																				
12	Refrigeração do meio																						
12.1	Diâmetro funcional/destino cliente	OK	OK																				
12.2	Quantidade de circuitos	OK	OK																				
12.3	Tipo de entrada / posição / acessórios utilizados	OK	OK																				
12.4	Numeração dos circuitos de acordo com as especificações do cliente ou CT	OK	OK																				
12.5	Conceção dos circuitos	OK	OK																				
12.6	Facilidade de excussão (ângulos (guia, diâmetros normais)	OK	OK																				
12.7	Distância à peça/componentes	OK	OK																				
12.8	Entrada/saída desobstruída / Distância entre centros das entrada/saídas	OK	OK																				
12.9	Especificações do cliente sobre este campo	OK	OK																				
13	Refrigeração dos movimentos / posição																						
13.1	Diâmetro funcional/destino cliente	OK	OK																				
13.2	Tipo de entrada / posição / acessórios utilizados	OK	OK																				
13.3	Numeração dos circuitos de acordo com as especificações do cliente ou CT	OK	OK																				
13.4	Conceção dos circuitos	OK	OK																				
13.5	Facilidade de excussão (ângulos (guia, diâmetros normais)	OK	OK																				
13.6	Distância à peça/componentes	OK	OK																				
13.7	Entrada/saída desobstruída / Distância entre centros das entrada/saídas	OK	OK																				
13.8	Reversibilidade de "flutuação" com margens	OK	OK																				
13.9	Especificações do cliente sobre este campo	OK	OK																				
14	Interface móvel / Integração de Injeção																						
14.1	Posição elétrica dos Motos de Injeção	OK	OK																				
14.2	Posição elétrica dos Motos dos Movimentos	OK	OK																				
14.3	Conexões / Distribuições do óleo dos Movimentos	OK	OK																				
14.4	Conexões / Distribuições do óleo de Injeção	OK	OK																				
14.5	Distribuições de Água do lado de cavidade	OK	OK																				
14.6	Distribuições de Água do lado de macho	OK	OK																				



TRILS DIVISION

Modelo DT

Projeto

Design, Peça

Cliente

Empresa

DT

2016

Resposta para a peça

DT

Sim

Revisão de Projeto - Funcional

Revisão

Feito

Data

20.06.2016

20.07.2016

%PV

100%

100%

OK

20%

74%

NA

20%

20%

NA

10%

2%

RESPONSABILIDADES:

Araceli - Comercial

Luisa - Gestor Projeto

André - DT

Priscila - DT/Deq

Item	Postos a verificar	Revisão	Feito	Observações
14.7	Contador de ciclos	NA	NA	
14.8	Sensor de temperatura (saídas e fontes elétricas se necessário)	NA	NA	
14.9	Sensor de pressão (saídas e fontes elétricas)	NA	NA	
14.10	Placa de manuseamento	NA	NA	
14.11	Taol Doc	NA	NA	
14.12	Função para portas de fluxo do molde à máquina (fluxo por perfurações)	OK	OK	
14.13	Especificações do cliente sobre este tempo	OK	OK	
14.14	Necessidade de realizar ensaio interno	OK	OK	

Postos a analisar com a presença do DT

DT	Produção	Outros
Carla Dias		
DTM - Luis Silva		
Gestor Projeto	Comercial	Revisão
		Preparação Trabalho

6.10 Temperatura de processamento de materiais


**TEMPERATURA DE
PROCESSAMENTO DOS MATERIAIS**

Materiais	Sigla	Temperatura de trabalho (°C)	Temperatura resida (°C)	Contracção (%)	Densidade Sólido (g/cm³)	Tempo de estagagem (s)	Temperatura de estagagem (°C)
Poliéster de Baixa densidade	PESD	140 - 200	10 - 24	1,5 - 3,0	0,95	N/A	N/A
Poliéster de Alta Densidade	PEAD	140 - 260	10 - 24	1,5 - 5,0	0,97	N/A	N/A
Polipropileno Homopolimero	PP Homo	220 - 280	10 - 24	1,0 - 2,5	0,91	N/A	N/A
Polipropileno Copolimero	PP Copo	220 - 280	10 - 24	2,0 - 2,5	0,91	N/A	N/A
Poliestireno Cristal	PSc	180 - 280	70	0,4 - 0,7	1,04 - 1,05	1 - 2	80 - 80
Poliestireno de Alta Impacto	PSAI	180 - 260	60	0,4 - 0,7	1,03 - 1,06	1 - 2	80 - 80
Copolimero de Acetileno Butadieno e Estireno	ABS	230 - 280	60 - 80	0,4 - 0,7	1,08	2 - 4	80 - 100
Copolimero de Estireno e Acetileno	SAN	190 - 280	80	0,5 - 0,7	1,08	2 - 4	80 - 80
Poliámda 6 (nylon 6) + Fibras de Vidro	PA 6+GF 30%	240 - 280	70 - 80	1,4 - 2	1,4	2 - 3	80 - 100
Polipropileno + Fibras de Vidro	PP+GF 30%	200 - 280	60 - 80	0,8 - 2	1,14	2 - 3	80 - 100
Poliésterfluoreto	PFFE	320 - 380	200 - 230	5,5 - 8,0	2,17	N/A	N/A
Pol(Metacrilato de Metila)	PMMA	240 - 260	60 - 70	0,1 - 0,8	1,18	5 - 10	80 - 100
Pol(Oxido de Metileno) (Polietileno)	POH	160 - 220	60 - 80	1,9 - 2,3	1,42	1 - 2	80 - 100
Polcarbonato	PC	260 - 290	60 - 90	0,8	1,2	2 - 3	80 - 100
Pol(Tereftalato de Etileno)	PET	220 - 260	10 - 24	1,2 - 2,8	1,37	4 - 6	80 - 100
Poliámda 6 (nylon 6)	PA 6	240 - 280	60 - 80	0,5 - 2,2	1,14	2 - 3	80 - 100
Poliámda 6.6 (nylon 6.6)	PA 6.6	240 - 280	60 - 80	0,5 - 1,5	1,15	2 - 3	80 - 100
Acetileno Butadieno Estireno Acetileno	ABS/PC	240 - 280	70 - 80	0,4 - 0,7	1,04 - 1,08	2 - 4	80 - 100
Estireno-Butadieno-Dieno	EBDM	190 - 250	10 - 24	0,6 - 0,8	1,08	2 - 3	80 - 100
Polipropileno com carga	PPT-GS	220 - 280	10 - 24	3,0	1,2	2 - 3	80 - 100

* Desumidificado

NOTA : Valores orientativos, não dispensa a consulta da ficha técnica do material específico a utilizar.

6.11 Guias principais do molde

RABOURDIN INDUSTRIE

Parc Gustave Eiffel 14-5, av Gutenberg - BP 59 - 85551 SAINT GEORGES
 77807 MARNE LA VALLÉE cedex 3 - FRANCE -

**COLONNE DE GUIDAGE EPAULEE SANS PLOT
DE CENTRAGE**

NF E 63-506 ISO 8017 DIN 16761

REF. 651

COLONNE DE GUIDAGE EPAULEE SANS PLOT DE CENTRAGE
 STEPPED GUIDE PILLAR WITHOUT CENTERING PLUG
 FÜHRUNGSSÄULE MIT BUND OHNE ZENTRIERANSATZ

Mat : Acier allié, cémenté, trempé

REF. 651 D=20 L=80 S=40 mm → 651-20-80-40 (Fabrications spéciales sur demande)

FICHE TECHNIQUE

D	12	16	20	25	32	40	50
D1	15	22	26	32	40	50	63
E	4	6	6	6	8	8	8
C	22	26	32	36	45	56	71
B	19	19	23	32	36	46	46
G	35	35	43	59	69	86	86
Nombre de gorges							
L	25	0	0	0			
	32	1	1	0			
	40	1	1	1			
	50	1	1	1			
	63	2	2	2	1	1	1
	80		2	2	1	1	1
	100		2	2	2	1	1
	125		2	2	2	2	2
	160		2	2	2	2	2
	200		2	2	2	2	2
	250			2	2	2	2
	280					2	2

14

140 v21

Tél : +33 (0)1.64.76.41.00 Fax : +33 (0)1.64.76.41.06 E-mail : industrie@rabourdin.fr

N° 1-50

COLONNE DE GUIDAGE EPAULEE SANS PLOT
DE CENTRAGE

NF E 63-505, ISO 8017, DIN 16761

REF. 651

COLONNE DE GUIDAGE EPAULEE SANS PLOT DE CENTRAGE
STEPPED GUIDE PILLAR WITHOUT CENTERING PLUG
FÜHRUNGSSÄULE MIT BUND OHNE ZENTRIERANSATZ

Talons et anti-triction sur demande

		GAMM DISPONIBLE											
D	L	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
12	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
16	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												
20	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												
25	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												
32	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												
40	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												
50	25												
	32												
	40												
	50												
	63												
	80												
	100												
	125												
	160												

1-50 001

15

Tél. : +33 (0)1.84.76.41.00 Fax : +33 (0)1.84.76.41.06 E-mail : Industrie@abourdin.fr N° 1-50

CORRESPONDANCES DES BAGUES ET DES COLONNES

CORRESPONDANCES DES BAGUES ET DES COLONNES
CORRESPONDING PILLARS AND BUSHES
ANWENDUNG FÜR FÖHRUNGSSÄULEN MIT BUCHSEN

The drawing illustrates the correspondences between various bush and column types, organized into three main sections: ISO, STANDARD, and OXA. Each section lists part numbers and shows the corresponding bush and column components.

Section	Part Number	Bush Design	Column Design
ISO	1072	[Cross-section of bush with 12 holes]	651
	1071	[Cross-section of bush with 12 holes]	
	1061	[Cross-section of bush with 12 holes]	671
	1052	[Cross-section of bush with 12 holes]	
	1051	[Cross-section of bush with 12 holes]	601, 1601
	1005	[Cross-section of bush with 12 holes]	
STANDARD	1001	[Cross-section of bush with 12 holes]	621, 1621
	1054	[Cross-section of bush with 12 holes]	
	1053	[Cross-section of bush with 12 holes]	653
	1073	[Cross-section of bush with 12 holes]	
OXA	1074	[Cross-section of bush with 12 holes]	673

1-50 103

29

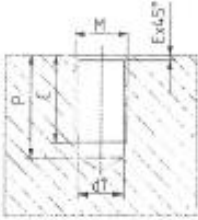

6.12 Massa vs Olhais de içamento

GRUPO Simoldes
TODOS OS DIÁMETROS

CADERNO TÉCNICO

6. Cada peça do molde deverá ter pelo menos 4 furos roscados para manutenção (olhais), num mínimo de 1 por cada face.

- Todas as peças com mais de 10Kg deverão ter furos roscados para manutenção.
- As peças de encosto do molde deverão conter 4 furos roscados na face de encosto aos pratos da máquina para içamento. Utilizar furos roscados iguais aos de içamento do molde, de acordo com o **Anexo II.3**.
- Realizar em todos os moldes olhais do lado da gravação, iguais aos de içamento do molde, tanto no macho como na cavidade.
- O molde quando içado deverá ficar em posição de equilíbrio, tanto no conjunto, como ambas as metades em separado.
- Diâmetros / Roscas admitidos: M12, M16, M20, M24, M30, M36, M42, M56, M64, M72, M80 e M100.

	M	P	C	E	dT
12	32	25	2	10.25	
16	40	32	2	14	
20	44	35	3	17.5	
24	50	42	5	21	
30	60	50	5	26.5	
36	70	60	5	32	
42	80	68	5	37.5	
56	98	84	5	50.5	
64	112	95	5	58	
72	122	105	5	66	
80	132	117	5	74	
100	145	130	5	94	

DSS (Codipro)


	F(Kg)	F _{sup} Max
340	240	
700	500	
1200	830	
1800	1270	
3800	2600	
5100	3700	
7000	5000	
11000	6300	
16000	11000	
21000	15000	
28000	20000	
36000	27000	

DSS (Codipro)

	12	16	20	24	30	36	42	56	64
M	12	16	20	24	30	36	42	56	64
P	32	40	44	50	60	70	80	98	112
C	25	32	35	42	50	60	68	84	95
dT	10.25	14	17.5	21	26.5	32	37.5	50.5	58
F(Kg)	1000	1600	2500	4000	6000	10000	12600	25800	32100
F (Kg) 2 olhais	1400	2200	3500	5600	8800	14000	17500	36000	46500
F (Kg) 4 olhais	2100	3400	5300	8400	13200	21000	26300	52600	69500

II.3

6.13 Aços



RAMADA
F. RAMADA, AÇOS E INDÚSTRIAS, S.A.

FICHA TÉCNICA DO AÇO

Marca: 2343
Cor: vermelho-Azul-Vermelho

Designação: Aço de trabalho a quente
Cópia não controlada após impressão

1 ⇒ QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

Num. Do Material	EURONORM	AISI	DIN	AFNOR
1.2343	X 37 CrMoV 5	H11	X 37 CrMoV 5.1	Z 38 CDV 5

2 ⇒ ESTADO DE FORNECIMENTO:

Recozido, HB < 250

3 ⇒ CARACTERÍSTICAS GERAIS:

Aço recomendado para têmpera?	Sim ☒	Não ○
Dureza máxima após têmpera e revenido	48 HRC	

4 ⇒ COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Elemento Químico (%)	C	Si	Mn	Cr	Mo	P	V	S	Outros
Máximo	0,41	1,20	0,50	5,50	1,50	0,03	0,50	0,02	
Mínimo	0,33	0,80	0,25	4,80	1,10	-	0,30	-	

5 ⇒ CERTIFICADOS AÇOS (segundo a norma NP EN 10204)

2.1- Certificado de conformidade	☒
2.2- Relatório de ensaio	☒
3.1- Certificado de inspeção (+)	☒

(+) Em casos especiais quando previamente acordado

6 ⇒ CERTIFICADOS DE TRATAMENTO TÉRMICO (segundo a norma NP EN 10204)

2.1- Certificado de conformidade	☒
2.2- Relatório de ensaio	☒
3.1- Certificado de inspeção (+)	☒

(+) Em casos especiais quando previamente acordado

Elaborado por:
D1008-0

Aprovado Por: José Oliveira

Revisão: 00

Data de emissão: 01-06-2009



FICHA TÉCNICA DE AÇO

DESIGNAÇÃO DO AÇO: AÇO DE CONSTRUÇÃO LIGADO	MANCA / Ref: 2311
FABRICANTE:	FORNECEDOR: FRAMADA
COR DE IDENTIFICAÇÃO: LARANJA – AZUL CLARO - LARANJA	

QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

W N°	EURO NORM	AISI	SS	AFNOR	GB
1.2311	35 CrMo8	(P20)		40 CND 8	48 CrNiMo 7

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Símbolo Químico	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	P	S	Outros
Valor Nominal											
Tolerância (máx.)	0,42	0,40	1,60	2,10	0,25				0,035	0,035	
Tolerância (mín.)	0,30	0,20	1,30	1,80	0,15				0,030	0,030	

CARACTERÍSTICAS GERAIS

ESTADO DE FORNECIMENTO	PRE-TRATADO <input checked="" type="checkbox"/> REC2000 <input type="checkbox"/>
DUREZA NO ESTADO NORMAL DE FORNECIMENTO	270 - 350 HB
POSSIBILIDADE DE TEXTURIZAÇÃO QUÍMICA EM DOAS CONDIÇÕES	SM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
POSSIBILIDADE DE BOM POLIMENTO	SM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
POSSIBILIDADE DE TRATAMENTOS TÉRMICOS:	
NITRURAÇÃO	Sim <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> DUREZA DEB: MIN. 650 HRC MAX. 900 HRC
TÉMPERA	Sim <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> DUREZA DEB: MIN. ____ HRC MAX. ____ HRC
CEMENTAÇÃO	Sim <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> DUREZA DEB: MIN. ____ HRC MAX. ____ HRC
REVENIDO	Sim <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> DUREZA DEB: MIN. ____ HRC MAX. ____ HRC

DOCUMENTOS DE INSPEÇÃO APTOS A FORNECER PARA ESTE AÇO, DE ACORDO COM A NORMA NP EN 10254

- ☒ 2.1 Certificação de Conformidade
 ☐ 2.2 Relatório de Ensaio Carbidico
 ☒ 2.2 Relatório de Ensaio
 ☒ 3.18 Certificado de Inspeção (em casos especiais quando previamente acordado)

OBSERVAÇÕES:

O Fornecedor garante cumprir todos os requisitos acima mencionados, para todos os fornecimentos deste tipo de aço.


Data:

26 / 10 / 2012

O Fornecedor

F. Ramada, Aços e Indústrias, S.A.

C. 114.1



Simoldes
FERRAMENTAS

FICHA TÉCNICA DE AÇO

DESIGNAÇÃO DO AÇO: SF-3050		MARCA / Ref.: SF-2050
FABRICANTE: Sorel Forge Trademark	FORNECEDOR: Ramada Açores S.A.	
CDR DE IDENTIFICAÇÃO:		

QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

W N°	EURONORM	AISI	SS	AFNOR	DIN
(1.2738)	-	-	-	-	-

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Símbolo Químico	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	P	S	Outros
Valor Nominal	0,33	0,4	1	1,85	0,5	0,5	-	-	máx. 0,03	máx. 0,03	-
Tolerância (máx.)	0,38	0,6	1,5	2,1	0,6	0,8	-	-	0,03	0,03	-
Tolerância (mín.)	0,28	0,2	1	1,5	0,4	0,4	-	-	-	-	-

CARACTERÍSTICAS GERAIS

ESTADO DE FORNECIMENTO	PRÉ-TRATADO <input checked="" type="checkbox"/> RECOZIDO <input type="checkbox"/>
DUREZA NO ESTADO NORMAL DE FORNECIMENTO	38 - 42 HRC
POSSIBILIDADE DE TEXTURIZAÇÃO QUÍMICA EM BOAS CONDIÇÕES	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>
POSSIBILIDADE DE BOM POLIMENTO	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>

POSSIBILIDADE DE TRATAMENTOS TÉRMICOS:

NITRURAÇÃO	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: Min. 750 HV Máx. 900 HV
TÊMPERA	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: Min. 50 HRC Máx. 52 HRC
CEMENTAÇÃO	SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: Min. HRC Máx. HRC
REVENIDO	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: Min. 38 HRC Máx. 50 HRC

DOCUMENTOS DE INSPEÇÃO APTOS A FORNECER PARA ESTE AÇO, DE ACORDO COM A NORMA NP EN 10204


☒ 2.1 Certificado de Conformidade
☒ 2.2 Relatório de Ensaio

☒ 2.3 Relatório de Ensaio Específico
☐ 3.1B Certificado de Inspeção

OBSERVAÇÕES:

O Fornecedor garante cumprir todos os requisitos acima mencionados, para todos os fornecimentos deste tipo de aço.

Data:
 07/05/2016

O Fornecedor:


FG 181



FICHA TÉCNICA DE AÇO

Designação do Aço: 1730	Marca / Rep:
Fabricante:	Fornecedor: <i>Sociedade Brasileira de Aço</i>
Cor de identificação:	

QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

W nº	EURODIN	AS	BS	AFNOR	DN
<i>1.1730</i>	<i>C-45 U</i>	<i>SAE 1045</i>	<i>C-45 E</i>	<i>XC48</i>	<i>C-45 U</i>

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Elemento Químico	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	P	S	Outros
Valor Nominal	<i>0,47</i>	<i>0,30</i>	<i>0,70</i>	—	—	—	—	—	<i>≤0,020</i>	<i>≤0,030</i>	
Tolerância (máx.)	<i>0,10</i>	<i>0,40</i>	<i>0,80</i>	—	—	—	—	—			
Tolerância (mín.)	<i>0,42</i>	<i>0,15</i>	<i>0,60</i>								

CARACTERÍSTICAS GERAIS

ESTADO DE FORNECIMENTO	PRÉ-TRATADO <input type="checkbox"/>	RECOZIDO <input checked="" type="checkbox"/> <i>Normalizado</i> <input checked="" type="checkbox"/> <i>Bruto</i> <input checked="" type="checkbox"/>
DUREZA NO ESTADO NORMAL DE FORNECIMENTO	<i>190 HB / 10x</i>	
POSSIBILIDADE DE TEXTURIZAÇÃO QUÍMICA EM BOAS CONDIÇÕES	SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>
POSSIBILIDADE DE BOM POLIMENTO	SIM <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>
POSSIBILIDADE DE TRATAMENTOS TÉRMICOS		
NITRURAÇÃO	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA CEF.: MÍN. <i>200 HRC HV</i> MÁX. <i>500 HRC HV</i>
TÉMPERA	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA CEF.: MÍN. <i>46 HRC</i> MÁX. <i>52 HRC</i>
CEMENTAÇÃO	SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	DUREZA CEF.: MÍN. _____ HRC MÁX. _____ HRC
REVENIDO	SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA CEF.: MÍN. _____ HRC MÁX. _____ HRC

DOCUMENTOS DE INSPEÇÃO APTOS A FORNECER PARA ESTE AÇO, DE ACORDO COM A NORMA NP EN 10204

- ☐ 2.1 Certificação de Conformidade ☐ 2.2 Relatório de Ensaio
☒ 2.3 Relatório de Ensaio ☐ 2.18 Certificação de Inspeção
☒ 2.1

OBSERVAÇÕES:

O Fornecedor garante cumprir todos os requisitos acima mencionados, para todos os fornecimentos deste tipo de aço.

Data:

22/12/2012

O Fornecedor:

T. 1311



FICHA TÉCNICA DE AÇO

Designação do Aço: 2312	MARCA/REP:
FABRICANTE: BUDEROS	FORNECEDOR: <i>SOMILETA BRASILEIRA S.L./Lda.</i>
COR DE IDENTIFICAÇÃO:	

QUALIDADE E NORMAS EQUIVALENTES

W N°	EURONORM	AS	SE	AFNOR	EN
<i>1.2312</i>	<i>40CrMnMoS4P-6</i>	<i>~P20H5</i>	<i>~P20H5</i>	<i>40CrMnMoS4</i>	<i>40CrMnMoS4P-6</i>

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Simbolo Químico	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	P	S	Outros
Valor Nominal	<i>0,38</i>	<i>0,30</i>	<i>1,50</i>	<i>2,00</i>	<i>0,20</i>	—	—	—	<i>0,020</i>	<i>0,020</i>	
Tolerância (máx.)	<i>0,45</i>	<i>0,50</i>	<i>1,60</i>	<i>2,00</i>	<i>0,25</i>	—	—	—		<i>0,10</i>	
Tolerância (mín.)	<i>0,35</i>	<i>0,30</i>	<i>1,40</i>	<i>1,80</i>	<i>0,15</i>	—	—	—		<i>0,050</i>	

CARACTERÍSTICAS GERAIS

ESTADO DE FORNECIMENTO	PRÉ-TRATADO <input checked="" type="checkbox"/>	RECOZIDO <input type="checkbox"/>	
DUREZA NO ESTADO NORMAL DE FORNECIMENTO	<i>280-325 HB</i>		
POSSIBILIDADE DE TEXTURIZAÇÃO QUÍMICA EM BOAS CONDIÇÕES	Sim <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	
POSSIBILIDADE DE BOM POLIMENTO	Sim <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	
POSSIBILIDADE DE TRATAMENTOS TÉRMICOS			
NITRATAÇÃO	Sim <input checked="" type="checkbox"/>	NÃO <input type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: MÍN. <i>700 HRB HV</i> MAX. <i>800 HRB HV</i>
TÉMPERA	Sim <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: MÍN. _____ HRC MAX. _____ HRC
CEMENTAÇÃO	Sim <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: MÍN. _____ HRC MAX. _____ HRC
REVENIDO	Sim <input type="checkbox"/>	NÃO <input checked="" type="checkbox"/>	DUREZA OBT.: MÍN. _____ HRC MAX. _____ HRC

DOCUMENTOS DE INSPEÇÃO APTOS A FORNECER PARA ESTE AÇO, DE ACORDO COM A NORMA NP EN 10204

- ☐ 2.1 Certificado de Conformidade ☐ 2.3 Relatório de Ensaio Capedico
☐ 2.2 Relatório de Ensaio ☐ 2.10 Certificado de Identificação
☒ 2.1

OBSERVAÇÕES:

O Fornecedor garante cumprir todos os requisitos acima mencionados, para todos os fornecimentos deste tipo de aço.


Data:

22/10/2012

O Fornecedor

22/10/12

6.14 Lista de materiais


IGM - Indústria Global de Moldes SA

LISTA DE MATERIAL

Desenhador		Verificado	Data		Cliente					
			2017-06-16		SIMOLDES PLÁSTICOS, SA					
Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-pari-AV G/D_ SP8659					705		1/9			

Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0001		Placa de encosto lado injeção		1	1346 x 990 x 46	1730		180 - 230 HB		
0002		Porta Cavidades		1	996 x 1056 x 217	1730		180 - 230 HB		
0003		Porta Machos		1	996 x 1056 x 277		Pré-tratado	280 - 325 HB		
0005		Calço		1	120 x 990 x 206	1730		180 - 230 HB		
0006		Calço		1	120 x 990 x 206	1730		180 - 230 HB		
0007		Calço		1	124 x 990 x 206	1730		180 - 230 HB		
0011		Placa de extração		1	335 x 1142 x 46	1730		180 - 230 HB		
0014		Placa de extração (suporte extratores)		1	335 x 1142 x 46	1730		180 - 230 HB		
0017		Placa de encosto lado extração		1	1346 x 1146 x 38	1730		180 - 230 HB		
0018		Placa de Alojamento do Sistema de Inje		1	1056 x 990 x 105	1730		180 - 230 HB		
0018-1		Placa de Alojamento do Sistema de Inje		1	554 x 115 x 105	1730		180 - 230 HB		
0019		Apelo		12	Ø60x206	1730 calor.				AP-60x206
0020		Apelo		2	Ø90x206	1730 calor.				AP-90x206
0023	LPI	Guia principal		4	651-40x200x160	Rabourdin				
0026		Casquilho da guia principal		4	1005-40x85	Rabourdin				
0037		Acilha de contragem		1	Ø200x40	1730				
0041		Pés do molde		6	Ø80x99	1730 Calço				PN-80x99-18
0045		Travamento da cavidade (interiód.)		4	207/56/40x100	Hasco				
0047		Travamento do macho (interiód.)		4	217/56/40	Hasco				
0070		Placa de isolamento		1	960x658x8	Durothem				
0071		Placa de isolamento		1	960x658x8	Durothem				
0072		Placa de isolamento		1	655x116x8	Durothem				
0073		Placa de isolamento		1	655x116x8	Durothem				
0085		Placa de pressão		4	Ø95x12	2312				PCP-3
0086		Placa de pressão		6	100x120x12	2312	Pré-tratado			PP-100x120
0087		Placa de pressão		4	50x120x12	2312	Pré-tratado			PP-50x120
0100		Cavidade		1	386 x 410 x 201	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0100A		Postigo da cavidade		1	44 x 31 x 111	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0100B		Postigo da cavidade		1	45 x 34 x 109	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0101		Cavidade		1	386 x 410 x 201	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0101A		Postigo da cavidade		1	44 x 31 x 111	2343	Temperado	48 - 52 HRC		

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Suppo-haut-pari-AV G/D_ SP8659						705		2/9		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0101B		Postigo da cavidade		1	45 x 34 x 109	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0102		Cavidade		1	386 x 410 x 99	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0103		Cavidade		1	386 x 410 x 99	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0104		Cavidade		1	377 x 401 x 135	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0104		Cavidade		1	382 x 406 x 150	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0104A		Postigo da cavidade		1	Ø181x112	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0105		Cavidade		1	377 x 401 x 135	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0105		Cavidade		1	382 x 406 x 150	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0105A		Postigo da cavidade		1	Ø181x112	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0200		Macho		1	Ø198x65	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0201		Macho		1	Ø198x65	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0202		Macho		1	Ø198x65	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0203		Macho		1	Ø198x65	2343	Temperado	48 - 52 HRC		
0300		Movimento mecânico		1	41 x 75 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0300		Movimento mecânico		1	46 x 80 x 65	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0301		Movimento mecânico		1	41 x 75 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0301		Movimento mecânico		1	46 x 80 x 65	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0302		Movimento mecânico		1	32 x 61 x 38	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0302		Movimento mecânico		1	37 x 66 x 58	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0303		Movimento mecânico		1	32 x 61 x 38	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0303		Movimento mecânico		1	37 x 66 x 58	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0425		Casquilho da guia inclinada		4	Ø22x30	Bronze C83				CL-16x30
0499		Outros elementos do Mov. Mec.		4	Ø16 x 121					
0499A		Outros elementos do Mov. Mec.		4	Ø9 x 82	Aço	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0500		Movimento à extração		1	141 x 139 x 134	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0501		Movimento à extração		1	141 x 139 x 134	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0502		Movimento à extração		1	141 x 139 x 134	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0503		Movimento à extração		1	141 x 139 x 134	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0504		Movimento à extração		1	199 x 150 x 123	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0505		Movimento à extração		1	199 x 150 x 123	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0506		Movimento à extração		1	199 x 150 x 123	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0507		Movimento à extração		1	199 x 150 x 123	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0508		Movimento à extração		1	167 x 151 x 115	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0509		Movimento à extração		1	167 x 151 x 115	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0510		Movimento à extração		1	167 x 151 x 115	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0511		Movimento à extração		1	167 x 151 x 115	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0512		Movimento à extração		1	42 x 48 x 48	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		

Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-part-AV G/D_SP8659					705		3/9			
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0513		Movimento à extracção		1	42 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0514		Movimento à extracção		1	42 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0515		Movimento à extracção		1	42 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0516		Movimento à extracção		1	41 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0517		Movimento à extracção		1	41 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0518		Movimento à extracção		1	41 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0519		Movimento à extracção		1	41 x 48 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0520		Movimento à extracção		1	40 x 49 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0521		Movimento à extracção		1	40 x 49 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0522		Movimento à extracção		1	40 x 49 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0523		Movimen to à extracção		1	40 x 49 x 43	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0595		Carinho		12	ØR.22100L 8/-1	Cumca				
0596		Carinho		4	ØR40100L 16/0	Cumca				
0597		Carinho		4	ØR40100L 16/-5	Cumca				
0598		Carinho		4	ØR40100L 16/-2	Cumca				
0700		Movimento hidráulico		1	278 x 174 x 244	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0701		Movimento hidráulico		1	278 x 174 x 244	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0702		Movimento hidráulico		1	278 x 174 x 244	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0703		Movimento hidráulico		1	278 x 174 x 244	2343	Temp+Nitr.	48 - 52 HRC		
0725		Corredor do Mov. Hidráulico		8	40xØ80x66	8 C86.8				CM-5-180-35-60
0735		Placa de teste Mov. Hidráulico		8	60xØ80x12	8 C86.8				PD-60x180x12
0745		Placa de ajustamento Mov. Hidráulico		4	85xØ20x12	2312	Nitrado	700 - 900 HV		PA-85xØ20
0755		Cunha do Mov. Hidráulico		1	274 x 79 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0756		Cunha do Mov. Hidráulico		1	274 x 79 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0757		Cunha do Mov. Hidráulico		1	274 x 79 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0758		Cunha do Mov. Hidráulico		1	274 x 79 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0765		Extensão cilindro Hidr. do Mov.		4	Ø22x30	Aço	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0775		Cilindro hidráulico do Mov.		4	VGN-25-M5-1-V-80-S-43-L1	HPS				
0799		Outros elementos do Mov. Hidráulico		4	52 x 40 x 86	2312	Pré-tratado	280 - 325 HB		
0900		Sistema de Injecção		1	1516001413-1 - 1516001413-2	Incoe				
0975		Placa do Carburador		1	210 x 224 x 83	1730		180 - 230 HB		
1000		Outros elementos da Injecção		2	Ø70 x 117					
1001	P1	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M12x70	DIN 912-12.9				
1002	P2	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M6x16	DIN 912-12.9				
1003	P3	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9				
1004	P4	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x60	DIN 912-12.9				
1005	P5	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M6x60	DIN 912-12.9				

Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-part-AV G/D_SP8659					705		4/9			
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1006	P6	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x10	DIN 912-12.9				
1007	P7	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M5x15	DIN 912-12.9				
1008	P8	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x25	DIN 912-12.9				
1009	P9	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M10x80	DIN 912-12.9				
1010	P10	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M5x12	DIN 912-12.9				
1011	P11	Parafuso de cabeça cilíndrica		36	M6x16	DIN 912-12.9				
1012	P12	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M6x16	DIN 912-12.9				
1013	P13	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9				
1014	P14	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M6x25	DIN 912-12.9				
1015	P15	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M8x25	DIN 912-12.9				
1016	P16	Parafuso de cabeça cilíndrica		10	M20x60	DIN 912-12.9				
1017	P17	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M20x60	DIN 912-12.9				
1018	P18	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M10x45	DIN 912-12.9				
1019	P19	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M10x45	DIN 912-12.9				
1020	P20	Parafuso de cabeça cilíndrica		24	M5x12	DIN 912-12.9				
1021	P21	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M6x16	DIN 912-12.9				
1022	P22	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x45	DIN 912-12.9				
1023	P23	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M10x65	DIN 912-12.9				
1024	P24	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M10x80	DIN 912-12.9				
1025	P25	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M5x10	DIN 912-12.9				
1026	P26	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M8x60	DIN 912-12.9				
1027	P27	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M10x40	DIN 912-12.9				
1027	P27	Parafuso de cabeça cilíndrica		8						
1028	P28	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M12x120	DIN 912-12.9				
1029	P29	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x80	DIN 912-12.9				
1030	P30	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x12	DIN 912-12.9				
1031	P31	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M8x60	DIN 912-12.9				
1032	P32	Parafuso de cabeça cilíndrica		32	M5x10	DIN 912-12.9				
1033	P33	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x60	DIN 912-12.9				
1034	P34	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M4x12	DIN 912-12.9				
1035	P35	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M10x65	DIN 912-12.9				
1036	P36	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M10x65	DIN 912-12.9				
1037	P37	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M10x80	DIN 912-12.9				
1038	P38	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M6x16	DIN 912-12.9				
1039	P39	Parafuso de cabeça cilíndrica		20	M10x45	DIN 912-12.9				
1040	P40	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M12x140	DIN 912-12.9				
1041	P41	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9				

Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-parti-AV G/D_SP8659					705		5/9			
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1042	P42	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x6	DIN 912-12.9				
1043	P43	Parafuso de cabeça cilíndrica		24	M5x80	DIN 912-12.9				
1044	P44	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M16x10	DIN 912-12.9				
1045	P45	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x60	DIN 912-12.9				
1046	P46	Parafuso de cabeça cilíndrica		10	M16x10	DIN 912-12.9				
1047	P47	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M16x60	DIN 912-12.9				
1048	P48	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M4x20	DIN 912-12.9				
1049	P49	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M5x6	DIN 912-12.9				
1050	P50	Parafuso de cabeça cilíndrica		36	M3x10	DIN 912-12.9				
1051	P51	Parafuso de cabeça cilíndrica		14	M5x12	DIN 912-12.9				
1052	P52	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M5x6	DIN 912-12.9				
1053	P53	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M4x10	DIN 912-12.9				
1054	P54	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M5x10	DIN 912-12.9				
1055	P55	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M20x100	DIN 912-12.9				
1056	P56	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M6x12	DIN 912-12.9				
1057	P57	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M20x80	DIN 912-12.9				
1058	P58	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x20	DIN 912-12.9				
1059	P59	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x65	DIN 912-12.9				
1060	P60	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M4x20	DIN 912-12.9				
1061	P61	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M5x6	DIN 912-12.9				
1062	P62	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x20	DIN 912-12.9				
1201	P201	Parafuso de cabeça de embutr		96	M6x6	DIN 7991-10.9				
1202	P202	Parafuso de cabeça de embutr		30	M4x12	DIN 7991-10.9				
1281		Perno rosado		12	M20x1.5	DIN 908				
1282		Perno rosado		12	1020-20x16	Rabourdin				
1283		Perno rosado		12	1020-20x20	Rabourdin				
1283		Perno rosado		12	1020-30x20	Rabourdin				
1284		Perno rosado		12	1020-16x20	Rabourdin				
1285		Perno rosado		4	M4x6	DIN 913				
1310		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1311		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1312		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1313		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1314		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1315		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1316		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1317		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				

Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-parti-AV G/D_SP8659					705		6/9			
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1318		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1319		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1319A		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1319B		Perno		1	Ø5x500	DIN 1530-A				
1332		Velo		4	Ø16x115	1730 Calib				
1363		Posicionador		4	130 x 24 x 18	1730				
1364		Posicionador		4	Ø44x6	1730				PEC-40
1365		Posicionador		1	Ø80x8	1730				PEC-80
1380		Mola		8	9-10-04-21	Danly				
1381		Mola		4	9-08-10-26	Danly				
1390		Vedante		32	2-11-3-VMQ	Parker				
1400		Buço		56	1015	Rabourdin				
1401		Buço		258	1208	Rabourdin				
1410		Anilha		12	269/6x1.6	Hasco				
1411		Anilha		12	269/8x2	Hasco				
1412		Anilha		16	269/8x2	Hasco				
1450		Placa		8	Ø70x9	2312	Pré-tratado	280-325 HB		
1451		Placa		4	15 x 18 x 5	1730				
1452		Placa		16	12 x 19 x 12	1730		180-230 HB		
1453		Placa		4	110 x 83 x 35	1730		180-230 HB		
1480		Batente do micro interruptor		4	EL C 02	Electricite				
1481		Batente do micro interruptor		4	Ø26x30	Aço		180-230 HB		
1490		Placa para micro-interruptor		24	EL 5M 002	Electricite				
1491		Placa para micro-interruptor		24	EL 5M 002	Electricite				
1501	DP1	Cavilha		16	Ø12x80	DIN 7979				
1502	DP2	Cavilha		12	Ø20x90	DIN 7979				
1503	DP3	Cavilha		2	Ø16x60	1730				
1504	DP4	Cavilha		4	Ø16x100	DIN 7979				
1505	DP5	Cavilha		2	Ø12x60	DIN 7979				
1506	DP6	Cavilha		8	Ø16x60	DIN 7979				
1507	DP7	Cavilha		2	Ø8x40	DIN 7979				
1525		Espassador		4	Ø56x37	1730	Pré-tratado	180-230 HB		
1589		Chaveta para cilíndrico		4	60 x 6 x 8	1730				
1590		Chaveta para cilíndrico		4	100x12x10	1730	Pré-tratado			CHVCE-40
1599B		Outros		16	20x18x82					
1599C		Outros		8	20x18x82	Nylon				
1599J		Outros		2	Bujão 1					

Designação Molde

Suppo-haut-pari-AV G/D_SP8659

Nº Molde

705

Página

7/9

Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1599K		Outros		8	89x55x42	Chapa de aço				
1599L		Outros		4	88x55x21	Chapa de aço				
1599M		Outros		4	16x54x42	Chapa de aço				
1600		Barra de segurança		2	50 x 150 x 30	1730				
1605		Barra de transporte		2	108 x 70 x 171	1730		180 - 230 HB		
1606		Barra de transporte		1	Ø60x160	1730		180 - 230 HB		
1607		Barra de transporte		1	122 x 90 x 164	1730		180 - 230 HB		
1630		Calha protectora		1	20x119x88	Chapa de aço				
1631		Calha protectora		1	20x50x88	Chapa de aço				
1632		Calha protectora		2	81x88x6265	Chapa de aço				
1646		Calha protectora		1	248x137x81	Chapa de aço				
1647		Calha protectora		1	388x157x81	Chapa de aço				
1648		Calha protectora		1	188x102x81	Chapa de aço				
1649		Calha protectora		1	458x102x81	Chapa de aço				
1680		Esquemas de Refrigeração		3	90x60x1					
1681		Esquemas de Hidráulica		3	90x60x1					
1681		Esquemas de Hidráulica		2	90x60x1			0 - 0 HRC		
1682		Esquemas Eléctricos		1	90x60x1					
1682		Esquemas Eléctricos		2	90x60x1			0 - 0 HRC		
1683		Esquemas de Cinemática		1	90x60x1					
1683		Esquemas de Cinemática		1	90x60x1			0 - 0 HRC		
1684		Chapa Identificativa da empresa		1	175x65x1	Chapa				
1685		Chapa Identificativa do cliente		1	120x65x1	Chapa de aço				
1686		Outras chapas/Esquemas		2	120x65x1	Chapa de aço				
1686A		Outras chapas/Esquemas		1	90x2x120	Chapa de aço				
1691		Placa Protecção em Nylon		0,08	Ø70x12	Nylon				PLN-70
1692		Placa Protecção em Nylon		3	100 x 32 x 12	Nylon				PLN-40x100
1699		Outros elementos periféricos/seguranç		2	Ø20x77	1730				
1699A		Outros elementos periféricos/seguranç		2	Passador Tipo R					
1702		Distribuidor de água		1	195 x 90 x 53	1730		180 - 230 HB		
1703		Distribuidor de água		1	90 x 53 x 195	1730		180 - 230 HB		
1704		Distribuidor de água		4	31 x 74 x 50	1730		180 - 230 HB		
1720		Ligações de refrigeração		52	RPL12.1152	Staubli				
1721		Ligações de refrigeração		2	GPL33.1106	Staubli				
1722		Ligações de refrigeração		48	AF 150.08	Staubli				
1723		Ligações de refrigeração		4	Tampao 1 1/4					
1724		Ligações de refrigeração		2	GPL33.1106	Staubli				

Designação Molde					Nº Molde		Página			
Suppo-haut-pari-AV G/D_SP8659					705		8/9			
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qt.d.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1725		Ligações de refrigeração		2	Reducao 1"1/4 - 1"	Latão				
1726		Ligações de refrigeração		16	C 1238	HPS				
1727		Ligações de refrigeração		6	AF 152.13/CN	Staubli				
1728		Ligações de refrigeração		10	AF 152.13/CN/RE	Staubli				
1729		Ligações de refrigeração		52	RPL12.6813/RE	Staubli				
1730		Ligações de refrigeração		6	RPL12.6813/CN/RO	Staubli				
1731		Ligações de refrigeração		2	Reducao 1"1/4 - 1"	Latão				
1732		Ligações de refrigeração		6	AF 152.13/CN/RE	Staubli				
1733		Ligações de refrigeração		4	C 1238	HPS				
1735		Taco		12	Z942.12	Hasco				
1736		Taco		10	Z942.8	Hasco				
1757		Tubo flexível de refrigeração		20	CALOR LOCK13/KB	Staubli				
1758		Tubo flexível de refrigeração		20	CALOR LOCK13/KB	Staubli				
1759		Tubo flexível de refrigeração		10	801-4-BLK-RL	Parker				
1775		Abraçadeira		48	CL 3012	Staubli				
1785		Bujão com Palheta		24	Bujão Palheta 3/8					
1785		Bujão com Palheta		76				0 - 0HRC		
1799A		Outros elementos de refrigeração		24	DN-141818-240	Cuma				
1799I		Outros elementos de refrigeração		24	F2088 1/8	Meusburger				
1800	UP4	Guia da placa de extração		8	Ø50x251	INA				
1806		Casquilho guia placa extração		8	Ø50x50	BCEB				CE1-30
1810	RP1	Perno de retorno		8	Ø16x400	DIN 1530-A				
1840		Cilindro hidráulico da extração		2	VSP 40-PA 1-V-110-S-4/4	HPS				
1841		Cilindro hidráulico da extração		2	VSP 40-PA 1-V-110-S-2/2	HPS				
1845		Extensão Cilindro da extração		4	Ø70x119	2738	Pré-tratado			
1850		Extractor		12	Ø6x315	DIN 1530-A				
1850		Extractor		12	Ø6.2x315	DIN 1530-A				
1851		Extractor		12	Ø6x315	DIN 1530-A				
1870		Extractor tubular		12	38882/8-325-5	Cuma				
1900	SP 1	Botão de encosto		16	Ø50x60	Aço		180 - 230 HB		
1985		Placa da Guia da Placa de Extração		8	Ø75x12	1730		180 - 230 HB		PGE-30
2010		Base p/ ficha eléctrica		1	K2	Weidmüller				
2011		Base p/ ficha eléctrica		1	092000160801	Harting				
2012		Base p/ ficha eléctrica		2	09200030801	Harting				
2014		Base p/ ficha eléctrica		7	F6340CHVIR					
2015		Base p/ ficha eléctrica		7	09200030801	Harting				
2016		Base p/ ficha eléctrica		16	19200031440	Harting				

Designação Molde

Nº Molde

Página

Suppo-haut-parti-AV G/D_SP8659

705

9/9

Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
2017		Base p/ ficha electrica		7	19200031250	Harting				
2020		Ficha electrica		1	09200162612	Harting				
2021		Ficha electrica		9	09200042611	Harting				
2023		Ficha electrica		9	09200042711	Harting				
2024		Ficha electrica		7	09860083001	Harting				
2025		Ficha electrica		7	09860083101	Harting				
2030		Micro interruptor		8	ZCMD-21	Telemecanique				
2031		Micro interruptor		8	ZCF-02	Telemecanique				
2032		Micro interruptor		8	ZCM-C2113	Telemecanique				
2033		Micro interruptor		8	ZCMD-21	Telemecanique				
2034		Micro interruptor		8	ZCF-02	Telemecanique				
2035		Micro interruptor		8	ZCM-C2113	Telemecanique				
2045		Placa de protecção dos fios		2	150 x 35 x 5	1780		180 - 230 HB		
2046		Placa de protecção dos fios		2	1044 x 35 x 5	1780		180 - 230 HB		
2047		Placa de protecção dos fios		4	517 x 35 x 5	1780		180 - 230 HB		
2090		Budín		23	M20xL5	Sikh Top				
2099		Outros elemento eléctricos		80	09150006102	Harting				
2099A		Outros elemento eléctricos		80	09150006202	Harting				
2100		Conector hidráulico		4	MPX10 1102 JV	Staubli				
2101		Conector hidráulico		4	MPX10 7102 JV	Staubli				
2110		Divisor de Fluxo		2	DR2-2	HPS				
2160		Ligações hidráulicas		8	União M-M R3/8"x3/8"					
2161		Ligações hidráulicas		17	WH08SR05CF	Parker				
2162		Ligações hidráulicas		4	GE08SR1/2CF	Parker				
2163		Ligações hidráulicas		1	GE08SRCF	Parker				
2163		Ligações hidráulicas		4						
2165		Ligações hidráulicas		4	GE12SR1/2CF	Parker				
2166		Ligações hidráulicas		4	FW125CF	Parker				
NA		Não aplicável - diversos		3				0 - 0 HRC		